

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-224327

(43)Date of publication of application : 03.09.1996

(51)Int.Cl. A63B 53/04  
C22C 14/00  
C22F 1/18

(21)Application number : 07-056783

(71)Applicant : NKK CORP  
G THREE:KK  
CHAOSHINKONIE KUFU YUGENKOSHI

(22)Date of filing : 22.02.1995

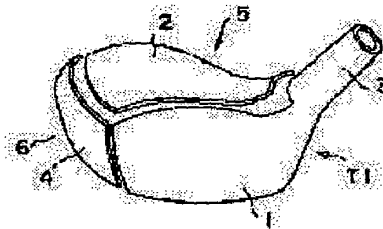
(72)Inventor : MINAGAWA KUNINORI  
YAMADA MAKOTO  
OGAWA ATSUSHI  
HASHIMOTO HIROSHI  
GI RYUGI

## (54) CLUB HEADS MADE OF TITANIUM ALLOYS, AND THEIR PRODUCTION METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a club head made of titanium alloys which is good at productivity, durability, and precision of its shape and size.

CONSTITUTION: This club head is made of a main head unit (T1) containing hosel unit and a sole unit or a crown unit 2. The contact sections of These parts are welded. At least main head unit (T1) is made of a  $\alpha$ + $\beta$  type titanium alloys and its number of molybdenum equivalent is between 2-10. The chemical constituent of main head unit (T1) contains Al: 3-5, V: 2.1-3.7, Mo: 0.85-3.15, Fe: 0.85-3.15 and O: 0.06-0.2, and V, Fe, and Mo is  $7 \leq 0.67 \times V + 2.9 \times Fe + Mo \leq 13$ . Each units is wt.%.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2999387

[Date of registration] 05.11.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-224327

(43) 公開日 平成8年(1996)9月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 3 B 53/04			A 6 3 B 53/04	B
C 2 2 C 14/00			C 2 2 C 14/00	A
C 2 2 F 1/18			C 2 2 F 1/18	Z
				H

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-56783

(22) 出願日 平成7年(1995)2月22日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(71) 出願人 592096535

株式会社ジースリー

東京都台東区東上野1丁目24番2号

(71) 出願人 595038534

チャオシンコンイエ クウフウ ヨウシェ  
ンコンスウ

タイワン インリンシェン シーロウツァ

ンルーシャンリーヨンシン 26-1ハウ

(74) 代理人 弁理士 潮谷 奈津夫

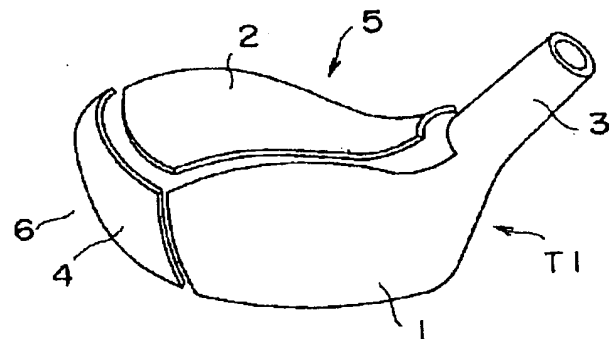
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 製造性、耐久性、形状・寸法精度に優れたチタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【構成】 フォーゼル部を含むヘッド主要部材 (T1) と、ソール部材またはクラウン部材とから構成されており、これらの突き合わせ部分が溶接されており、少なくとも前記ヘッド主体部材 (T1) は、 $\alpha + \beta$  型チタン合金であって、モリブデン当量の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有することからなるチタン合金製ゴルフクラブヘッド。上記発明において、ヘッド主要部材 (T1) の化学成分組成は、wt.% で、Al: 3~5、V: 2.1~3.7、Mo: 0.85~3.15、Fe: 0.85~3.15、および、O: 0.06~0.2を含有し、且つ、V、FeおよびMoが、 $7 \leq 0.67 \times V + 2.9 \times Fe + Mo \leq 13$ を満たす。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェース部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T1）と、前記ヘッド主要部材（T1）から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの部材で構成されてお \*

$$\begin{aligned} \text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%) = & \text{Mo} (\text{wt.}\%) + 0.67 \times \text{V} (\text{wt.}\%) \\ & + 0.44 \times \text{W} (\text{wt.}\%) + 0.28 \times \text{Nb} (\text{wt.}\%) + 0.22 \times \text{Ta} \\ & (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) + 1.6 \times \text{Cr} (\text{wt.}\%) \\ & + 1.1 \times \text{Ni} (\text{wt.}\%) + 1.4 \times \text{Co} (\text{wt.}\%) + 0.77 \times \text{Cu} \\ & (\text{wt.}\%) - \text{Al} (\text{wt.}\%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $\text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%)$  の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項2】 フェース部、クラウン部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T2）と、ソール部で形成されたソール部材とから構成されており、前記ヘッド主要部材（T2）と前記ソール部材との組み※

$$\begin{aligned} \text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%) = & \text{Mo} (\text{wt.}\%) + 0.67 \times \text{V} (\text{wt.}\%) \\ & + 0.44 \times \text{W} (\text{wt.}\%) + 0.28 \times \text{Nb} (\text{wt.}\%) + 0.22 \times \text{Ta} \\ & (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) + 1.6 \times \text{Cr} (\text{wt.}\%) \\ & + 1.1 \times \text{Ni} (\text{wt.}\%) + 1.4 \times \text{Co} (\text{wt.}\%) + 0.77 \times \text{Cu} \\ & (\text{wt.}\%) - \text{Al} (\text{wt.}\%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $\text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%)$  の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項3】 フェース部、ソール部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T3）と、クラウン部で形成されたクラウン部材とから構成されており、前記ヘッド主要部材（T3）と前記クラウン部材と★

$$\begin{aligned} \text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%) = & \text{Mo} (\text{wt.}\%) + 0.67 \times \text{V} (\text{wt.}\%) \\ & + 0.44 \times \text{W} (\text{wt.}\%) + 0.28 \times \text{Nb} (\text{wt.}\%) + 0.22 \times \text{Ta} \\ & (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) + 1.6 \times \text{Cr} (\text{wt.}\%) \\ & + 1.1 \times \text{Ni} (\text{wt.}\%) + 1.4 \times \text{Co} (\text{wt.}\%) + 0.77 \times \text{Cu} \\ & (\text{wt.}\%) - \text{Al} (\text{wt.}\%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $\text{Mo}_{\text{eq}} (\text{wt.}\%)$  の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項4】 前記ヘッド主要部材（T1、T2およびT3）の前記化学成分組成は、  
アルミニウム（Al）：3～5 wt.%、  
バナジウム（V）：2.1～3.7 wt.%、 ☆

$$7 \text{ wt.}\% \leq 0.67 \times \text{V} (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) + \text{Mo} (\text{wt.}\%) \leq 13 \text{ wt.}\% \quad (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、請求項1、2または3の何れかに記載のチタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項5】 棒材を用い、熱間加工によりフェース部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T1）を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工により、前記主要部材（T1）から独立して形成◆50

り、且つ、前記フェース部と前記フォーゼル部とが隣接する部位を除く他の組み立て隣接部位は溶接によって接合されており、そして、更に、少なくとも前記ヘッド主要部材（T1）は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記（1）式：

※立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記クラウン部は少なくとも前記フェース部の上部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであって、  
少なくとも前記ヘッド主要部材（T1）は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記（1）式：

★の組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記ソール部は少なくとも前記フェース部の下部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであって、  
少なくとも前記ヘッド主要部材（T3）は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記（1）式：

☆モリブデン（Mo）：0.85～3.15 wt.%、  
鉄（Fe）：0.85～3.15 wt.%、および、  
酸素（O）：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記（2）

40 式：

◆されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの他の部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材（T1）と前記他の部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材（T1）の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記（1）式：

3

4

$$\begin{aligned} Mo_{eq} (wt. \%) = & Mo (wt. \%) + 0.67 \times V (wt. \%) \\ & + 0.44 \times W (wt. \%) + 0.28 \times Nb (wt. \%) + 0.22 \times Ta \\ & (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + 1.6 \times Cr (wt. \%) \\ & + 1.1 \times Ni (wt. \%) + 1.4 \times Co (wt. \%) + 0.77 \times Cu \\ & (wt. \%) - Al (wt. \%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項6】棒材を用い、熱間加工によりフェース部、クラウン部およびフォゼール部が一体で形成されたヘッド主要部材 (T2) を成形し、そして、板材または棒材\*

\*を用い、熱間加工によりソール部で形成されるソール部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材 (T2) と前記ソール部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であつて、少なくとも前記ヘッド主要部材 (T2) の素材には、 $\alpha + \beta$  型チタン合金であつて、下記 (1) 式:

$$\begin{aligned} Mo_{eq} (wt. \%) = & Mo (wt. \%) + 0.67 \times V (wt. \%) \\ & + 0.44 \times W (wt. \%) + 0.28 \times Nb (wt. \%) + 0.22 \times Ta \\ & (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + 1.6 \times Cr (wt. \%) \\ & + 1.1 \times Ni (wt. \%) + 1.4 \times Co (wt. \%) + 0.77 \times Cu \\ & (wt. \%) - Al (wt. \%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項7】棒材を用い、熱間加工によりフェース部、ソール部およびフォゼール部が一体で形成されたヘッド主要部材 (T3) を成形し、そして、板材または棒材※

※を用い、熱間加工によりクラウン部で形成されるクラウン部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材 (T3) と前記クラウン部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であつて、少なくとも前記ヘッド主要部材 (T3) の素材には、 $\alpha + \beta$  型チタン合金であつて、下記 (1) 式:

$$\begin{aligned} Mo_{eq} (wt. \%) = & Mo (wt. \%) + 0.67 \times V (wt. \%) \\ & + 0.44 \times W (wt. \%) + 0.28 \times Nb (wt. \%) + 0.22 \times Ta \\ & (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + 1.6 \times Cr (wt. \%) \\ & + 1.1 \times Ni (wt. \%) + 1.4 \times Co (wt. \%) + 0.77 \times Cu \\ & (wt. \%) - Al (wt. \%) \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項8】前記ヘッド主要部材 (T1、T2およびT3) の前記化学成分組成は、

アルミニウム (Al): 3～5 wt.%,

★ 式:

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + Mo (wt. \%) \leq 13 \text{ wt.} \% \quad (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、請求項5、6または7の何れかに記載のチタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項9】請求項5、6または7の何れかに記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成は、

アルミニウム (Al): 3～5 wt.%,

☆ 式:

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + Mo (wt. \%) \leq 13 \text{ wt.} \% \quad (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材 (T1、T2またはT3) の熱間加工における加熱温度は、前記ヘ

★バナジウム (V) : 2.1～3.7 wt.%,  
モリブデン (Mo) : 0.85～3.15 wt.%,  
鉄 (Fe) : 0.85～3.15 wt.%, および、  
酸素 (O) : 0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記 (2)

☆バナジウム (V) : 2.1～3.7 wt.%,  
モリブデン (Mo) : 0.85～3.15 wt.%,  
鉄 (Fe) : 0.85～3.15 wt.%, および、  
酸素 (O) : 0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記 (2)

ッド主要部材 (T1、T2またはT3) の前記化学成分組成に応じて定まる $\beta$ 変態点よりも120℃低い温度から、前記 $\beta$ 変態点よりも30℃高い温度までの範囲内で

5

あることを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 5、6 または 7 の何れかに記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成は、

アルミニウム (Al) : 3~5 wt. %、

バナジウム (V) : 2.1~3.7 wt. %、 \*

$$7 \text{ wt. \%} \leq 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)}$$

$$+ \text{Mo (wt. \%)} \leq 13 \text{ wt. \%} \text{ ----- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材 (T1、T2 または T3) の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材 (T1、T2 または T3) の前記化学成分組成に応じて定まる  $\beta$  変態点よりも 100℃ 低い温度から、前記  $\beta$  変態点よりも 20℃ 低い温度までの範囲内であることを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、メタルウッド等の金 20 属製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法に関するものであり、特に、溶接個所が少なく、耐久性および製造性に優れたチタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 いわゆるメタルウッドゴルフクラブのヘッド (以下、ゴルフクラブヘッドという) は、ステンレス合金、アルミニウム合金、チタン合金またはベリリウム銅合金を素材として、精密鑄造法により製造されていた。特に、チタン合金は軽量でありかつ強度に優れて 30 おり、所謂、比強度が大きいという優位性のため、ゴルフクラブヘッドとして実用化されている。上記精密鑄造法において使用されるチタン合金の種類としては、例えば、 $\alpha + \beta$  型 Ti 合金である Ti-6Al-4V 合金がある。

【0003】 しかしながら、チタン合金はその熔融金属の流動性に代表される鑄造性において劣る。そのため、精密鑄造法により製造されたチタン合金製のゴルフクラブヘッドには、微細なポロシティ等の鑄造欠陥が存在する。そして、この鑄造欠陥が一定量以上存在すると不良 40 品とされる。精密鑄造法によるチタン合金製のゴルフクラブヘッドは、このような不良品となる確率が高く、製品歩留が低下する等の問題があった。また、上記ゴルフクラブヘッドは、金属組織が鑄造組織であるため脆く、また、耐久性および引張強さ等の機械的性質に劣るという欠点を有していた。

【0004】 このような精密鑄造法によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの問題を解決するために、熱間または冷間における塑性加工成形によるチタン製ゴルフクラブヘッドが提案されている。しかしながら、チタン合金 50

6

\* モリブデン (Mo) : 0.85~3.15 wt. %、  
鉄 (Fe) : 0.85~3.15 wt. %、および、  
酸素 (O) : 0.06~0.2 wt. % を含有し、且つ、V、Fe および Mo の含有量が下記 (2) 式:

は一般的に塑性加工性に劣る。即ち、塑性加工時の変形抵抗が高く延性が低い。従って、チタン合金の塑性加工には大きな力を要し、そして、塑性加工時に割れが発生し易いという問題がある。

【0005】 確かに、チタン合金の塑性加工性は、一般的には高温においては向上する。即ち、塑性加工温度を高くすれば、変形に要する力は小さくて済み、また、延性も増加する。従って、塑性加工面のみに注目した場合には、チタン合金に対しては、高温で塑性加工を施すことにより、加工度の大きな成形をすることができ、また、複雑な形状に成形することもできる。しかしながら、チタン合金は、酸素および窒素に対して極めて活性であるから、加熱温度および熱処理温度を高温にすることは望ましくない。

【0006】 そこで、例えば、特開平 5-15620 号公報には、冷間プレス加工により製造されるチタン合金製ゴルフクラブヘッド (以下、先行技術 1 という) が開示されている。

【0007】 上記公報には、ゴルフクラブヘッドを複数個の構成部材に分割し、これら構成部材を  $\beta$  型チタン合金からなる素材を冷間プレス法により加工して成形し、次いで、上記構成部材を組み立て、突き合わせ部分を溶接することによって製造されるチタン合金製ゴルフクラブヘッドが開示されている。

【0008】 図 3 は、先行技術 1 に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図である。同図において、1 はフェース部、2 はクラウン部、3 はフォアゼル部、そして、4 はソール部である。

【0009】 先行技術 1 によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接個所は、例えば、図 3 の例においては、フェース部 1 とクラウン部 2 およびソール部 4 との接合面、クラウン部とソール部との接合面、並びに、フォアゼル部 3 とフェース部 1 およびクラウン部 2 との突き合わせ部分であり、合計 5 カ所となる。

【0010】 また、特開平 5-317467 号公報には、鍛造法により、フェース部、クラウン部の一部、ソール部の一部およびフォアゼル部が一体成形された金属製ゴルフクラブヘッド (以下、先行技術 2 という) が記載されている。

【0011】 図 4 は、上記公報に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図で

ある。同図において、7はフェース側部材であって、フェース部1、クラウン部2の一部2a、ソール部4の一部4aおよびフォーゼル部3からなり、そして、8はバック側部材であって、クラウン部2の他の一部2bおよびソール部4の他の一部4bからなっている。9bはフォーゼル部3とクラウン部2との突き合わせ部分である。

【0012】上記公報には、所定形状の金属板を粗成形した後、これを鍛造加工により「フェース側部材7」に成形し、一方、他の所定形状の金属板を「バック側部材8」に成形し、これら2つの部材を組み立て、突き合わせ部分を溶接することによって製造される金属製ゴルフクラブヘッドが開示されている。

【0013】先行技術2によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接箇所は、図4から明らかなように、フェース側部材7とバック側部材8との間の突き合わせ部分であり、溶接線は長く、また、ゴルフクラブの耐久性上重要な部分であるフォーゼル部3とクラウン部2との突き合わせ部分9bが溶接により接合されている。

【0014】また、実公昭61-33971号公報には、ヘッド本体の構成部材が前側殻部と後側殻部とからなる2分割方式のゴルフクラブヘッド（以下、先行技術3という）が開示されている。しかしながら、先行技術3においては、ゴルフボールの打球時にもっとも衝撃にかかるフォーゼル部が、「後側ネック半割部」と「前側ネック半割部」を突き合わせ溶接してなり、溶接線が2本となるため、シャフト取付用パイプを構成部材としており、ヘッド本体とシャフト取付用パイプとは溶接によって接合されるものである。更に、実公昭61-33970号公報および実公昭60-30453号公報には、3分割方式のゴルフクラブヘッドが開示されている。しかしながら、ヘッド本体の内部にはフェース部、クラウン部およびソール部を相互に連結し補強するための補強部材、並びに、シャフト取付用パイプを構成部材としていたために、構造および製造工程が複雑である。また、特開昭63-154186号公報には、主として複数のTi-6Al-4Vチタン合金製殻部を相互に一体接合して中空状のヘッド本体を形成するゴルフクラブ用ヘッドが開示されている。しかしながら、同号公報の発明においては下記点、即ち、①チタン合金の鍛造後水冷を必要とするので熱歪みによる寸法の狂いおよび変形が発生する恐れがある、②鍛造温度が900℃以上であるから酸化の影響を受け易い、③熱間加工性が悪く、割れ易いために成形品の形状に問題が発生し易い。従って、最適な鍛造条件範囲が狭くなり、設計の自由度を大きくとることができない、といった問題点がある。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】上述した先行技術には、下記の問題点がある。先行技術1は、冷間加工によりβ型チタン合金製の複数の構成部材を成形し、組み合

わせ、突き合わせ部分を溶接することによって一体化されたゴルフクラブヘッドを製造するという方法であるが、開示された構成部材は、フェース部、クラウン部、ソール部およびフォーゼル部の4部材にわたるので、前述したように5ヵ所という多数の箇所を溶接しなければならない。また、β型チタン合金はα+β型チタン合金よりも溶接性に劣り、上記構成部材の溶接部における金属特性（延性および結晶粒の状態）が、塑性加工を受けて均質化された母材部におけるそれに比較して劣るため、ゴルフクラブヘッド使用時に溶接部分における耐久性に劣る。

【0016】特に、ゴルフクラブの耐久性上強靱性が要求されるフォーゼル部とクラウン部およびフェース部とが溶接による接合構造であるため、その耐久性に問題がある。また、溶接箇所が多く、溶接線の長さも長いので、溶接歪みによるゴルフクラブヘッドの形状不良発生の原因となる。更に、溶接工数の増加によりコスト上昇を招くといった問題がある。先行技術1においては、ゴルフクラブヘッドの構成部材であるチタン合金材を冷間加工により成形するので、加工度の大きい成形をすることが困難であり、また、複雑な形状の構成部材を得ることが困難である。

【0017】先行技術2においては、ゴルフクラブヘッドの構成部材が2つと少ないので、溶接施工の実施に伴う問題点は、先行技術1に比較して改善される。しかしながら、先行技術2におけるフォーゼル部の形成方法は、板状の素材を円筒状に成形した後、突き合わせ部をシーム状に溶接して形成するものである。従って、フォーゼル部にはシーム状の1本の溶接線が依然として残るという問題がある。また、溶接線の長さが長いので、溶接歪みによる形状不良発生の問題が残ること、並びに、ゴルフクラブの耐久性上特に強靱性が要求されるフォーゼル部とクラウン部とが溶接による接合構造であるため、その耐久性に問題がある。また、ゴルフクラブヘッドの製造に使用する金属板として、チタン合金に関する開示はなく、低合金鋼についての開示があるのみである。従って、先行技術2では、チタン合金が熱間加工性に劣ることに伴い発生する問題を解決することができない。

【0018】前述したように、チタン合金の塑性加工性は、高温になると向上するので、塑性加工に必要な力は小さくてすみ、また、延性が向上するので加工度を大きくとることができ、より複雑な形状の部品に成形することができる。従って、高温におけるチタン合金素材の酸化および窒化を防止することができれば、一体物に近いゴルフクラブヘッドの製造が可能となる。しかしながら、チタン合金材の加熱および鍛造工程の雰囲気を制御することにより酸化および窒化を実質的に無害な程度に抑制することは工業的には困難である。そして、加熱および鍛造温度が900℃を超えると、チタン合金の酸化

および窒化が著しくなる。

【0019】β型チタン合金は、チタン合金の中では冷間加工性に優れているものの、ゴルフクラブヘッドのような複雑な形状を、冷間加工により成形することは、極めて困難であり、実際にはβ型合金の場合でもヘッドを多分割して熱間鍛造法により成形している。最近のゴルフクラブヘッドにおいては、飛距離および飛球の正確度を向上させるために、広いスイートスポットを付与した容量220cc以上の大型ゴルフクラブヘッドが製造されている。この結果、ゴルフクラブヘッドの大型化に伴い従来材料ではヘッド重量が増加するために、素材の高比強度化が重要になる。β型合金の場合、熱間鍛造ままでは80～90kg/mm<sup>2</sup>程度の強度しか得られず、剛性も低いので、チタン合金に期待される高比強度、高比剛性をβ型チタン合金製ゴルフクラブヘッドに付与するためには、鍛造後、溶体化・時効処理を施さなければならない。しかも、高強度化には溶体化・空冷後、8～15時間程度の長時間時効が必要であり、熱処理に長時間を要するといった問題がある。また、代表的なα+β合金のTi-6Al-4V合金の高強度化では、時効処理前の溶体化処理において水冷が不可欠であり、熱歪みによる寸法精度への影響および変形が問題となる。

【0020】従って、この発明の目的は、上述した諸問題を解決し、塑性加工成形により複雑な形状の部品に成形することができるチタン合金素材を用いることによ

$$\begin{aligned} Mo_{0.4} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{0.4}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの（以下、第1発明という）である。

【0023】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの特徴は、フェース部、クラウン部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T2）と、ソール部で形成されたソール部材とから構成されてお

$$\begin{aligned} Mo_{0.4} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{0.4}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの（以下、第2発明という）である。

【0024】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの別の特徴は、フェース部、ソール部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T3）と、クラウン部で形成されたクラウン部材とから構成さ

$$Mo_{0.4} \text{ (wt. \%)} = Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)}$$

※り、溶接部分が少なく済むようなゴルフクラブヘッドの構成部材を得ることによって、製造性、耐久性、形状および寸法精度に優れ、熱間加工後の成形体の表面手入れを簡単に済ますことができ、高比強度、高比剛性を容易に付与できるチタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】この発明は、ゴルフクラブヘッドの素材に用いるチタン合金の化学成分組成を適正化し、そして、その素材から成形されるゴルフクラブヘッドの構成部材の形状を適正化することによって成し遂げられたものである。

【0022】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの特徴は、フェース部、フォアゼル部、クラウン部およびソール部からなるゴルフクラブヘッドであって、前記フェース部および前記フォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（T1）と、前記ヘッド主要部材（T1）から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの部材で構成されており、且つ、前記フェース部と前記フォアゼル部とが隣接する部位を除く他の組み立て隣接部位は溶接によって接合されており、そして、更に、少なくとも前記ヘッド主要部材（T1）は、α+β型チタン合金であって、下記（1）式：

※り、前記ヘッド主要部材（T2）と前記ソール部材との組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記クラウン部は少なくとも前記フェース部の上部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであって、少なくとも前記ヘッド主体部材（T2）は、α+β型チタン合金であって、下記（1）式：

★れており、前記ヘッド主要部材（T3）と前記クラウン部材との組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記ソール部は少なくとも前記フェース部の下部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであって、少なくとも前記ヘッド主要部材（T3）は、α+β型チタン合金であって、下記（1）式：

11

$$+0.44 \times W (\text{wt.}\%) + 0.28 \times Nb (\text{wt.}\%) + 0.22 \times Ta (\text{wt.}\%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.}\%) + 1.6 \times Cr (\text{wt.}\%) + 1.1 \times Ni (\text{wt.}\%) + 1.4 \times Co (\text{wt.}\%) + 0.77 \times Cu (\text{wt.}\%) - Al (\text{wt.}\%) \text{-----} (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの(以下、第3発明という)である。

【0025】この発明による一層望ましいチタン合金製ゴルフクラブヘッド(以下、第4発明という)の特徴は、前記ヘッド主要部材(T1、T2およびT3)の前記化学成分組成が、アルミニウム(Al): 3~5 wt. %

$$7 \text{ wt.}\% \leq 0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.}\%) + Mo (\text{wt.}\%) \leq 13 \text{ wt.}\% \text{-----} (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、第1、第2または第3発明に記載の発明からなるものである。

【0026】この発明のゴルフクラブヘッドの製造方法は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部およびフォール部が一体で形成されたヘッド主要部材(T1)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工により※20

$$Mo_{eq} (\text{wt.}\%) = Mo (\text{wt.}\%) + 0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 0.44 \times W (\text{wt.}\%) + 0.28 \times Nb (\text{wt.}\%) + 0.22 \times Ta (\text{wt.}\%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.}\%) + 1.6 \times Cr (\text{wt.}\%) + 1.1 \times Ni (\text{wt.}\%) + 1.4 \times Co (\text{wt.}\%) + 0.77 \times Cu (\text{wt.}\%) - Al (\text{wt.}\%) \text{-----} (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することに特徴を有するもの(以下、第5発明という)である。

【0027】この発明のゴルフクラブヘッドの製造方法は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部、クラウン部およびフォール部が一体で形成されたヘッド主要部★

$$Mo_{eq} (\text{wt.}\%) = Mo (\text{wt.}\%) + 0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 0.44 \times W (\text{wt.}\%) + 0.28 \times Nb (\text{wt.}\%) + 0.22 \times Ta (\text{wt.}\%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.}\%) + 1.6 \times Cr (\text{wt.}\%) + 1.1 \times Ni (\text{wt.}\%) + 1.4 \times Co (\text{wt.}\%) + 0.77 \times Cu (\text{wt.}\%) - Al (\text{wt.}\%) \text{-----} (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することに特徴を有するもの(以下、第6発明という)である。

【0028】この発明のゴルフクラブヘッドの別の製造方法は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部、ソール部およびフォール部が一体で形成されたヘッド主要☆

$$Mo_{eq} (\text{wt.}\%) = Mo (\text{wt.}\%) + 0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 0.44 \times W (\text{wt.}\%) + 0.28 \times Nb (\text{wt.}\%) + 0.22 \times Ta (\text{wt.}\%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.}\%) + 1.6 \times Cr (\text{wt.}\%) + 1.1 \times Ni (\text{wt.}\%) + 1.4 \times Co (\text{wt.}\%) + 0.77 \times Cu (\text{wt.}\%) - Al (\text{wt.}\%) \text{-----} (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt.%) の値

12

※、バナジウム(V): 2.1~3.7 wt. %、モリブデン(Mo): 0.85~3.15 wt. %、鉄(Fe): 0.85~3.15 wt. %、および、酸素(O): 0.06~0.2 wt. %を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

※り、前記主要部材(T1)から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの他の部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T1)と前記他の部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

$$Mo_{eq} (\text{wt.}\%) = Mo (\text{wt.}\%) + 0.67 \times V (\text{wt.}\%)$$

★材(T2)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工によりソール部で形成されるソール部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T2)と前記ソール部材との突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T2)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

☆部材(T3)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工によりクラウン部で形成されるクラウン部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T3)と前記クラウン部材との突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T3)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

50 が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材



を用いることによって製造することに特徴を有するもの（以下、第7発明という）である。

【0029】この発明による一層望ましいゴルフクラブヘッドの製造方法（以下、第8発明という）の特徴は、前記ヘッド主要部材（T1、T2およびT3）の前記化学成分組成が、アルミニウム（Al）：3～5 wt.%、\*

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、第5、第6または第7発明に記載の方法からなる。

【0030】この発明による一層望ましいゴルフクラブヘッドの他の製造方法（以下、第9発明という）の特徴は、第5、第6または第7発明に記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成が、アルミ※

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の前記化学成分組成に応じて定まるβ変態点よりも120℃低い温度から、前記β変態点よりも30℃高い温度までの範囲内であることからなる。

【0031】この発明による更に一層望ましいゴルフクラブヘッドの他の製造方法（以下、第10発明という）★

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の前記化学成分組成に応じて定まるβ変態点よりも100℃低い温度から、前記β変態点よりも20℃低い温度までの範囲内であることからなる。

【0032】なお、この発明において限定された化学成分組成を有するチタン合金の素材を用いて熱間加工成形されたゴルフクラブヘッドの構成部材は、熱間加工終了時において、溶体化処理された状態が実質的に得られる。従って、溶体化処理を施さない。また、所謂、自然時効効果が得られるので、特別に機械的性質を向上させることを望む場合を除き、時効処理を施さない。

【0033】

【作用】本発明においては、フォーゼル部を含むヘッド主要部材を一体物として形成する。この場合、素材形状として棒材を用いるので、フォーゼル部を円筒状に形成するための溶接線、例えば、先行技術2のようなシーム状の溶接線等が全くない。従って、ゴルフクラブヘッドの寸法・形状の精度が向上し、また、耐久性も向上する。このように、ヘッド主要部材を一体物として形成することができるようにするために、下記化学成分組成の

\*バナジウム（V）：2.1～3.7 wt.%、モリブデン（Mo）：0.85～3.15 wt.%、鉄（Fe）：0.85～3.15 wt.%、および、酸素（O）：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記（2）式：

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

※ニウム（Al）：3～5 wt.%、バナジウム（V）

：2.1～3.7 wt.%、モリブデン（Mo）：

0.85～3.15 wt.%、鉄（Fe）：

0.85～3.15 wt.%、および、酸素（O）

：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、F

eおよびMoの含有量が下記（2）式：

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

★の特徴は、第5、第6または第7発明に記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成は、アルミニウム（Al）：3～5 wt.%、バナジウム（V）：2.1～3.7 wt.%、モリブデン（Mo）：0.85～3.15 wt.%、鉄（Fe）：0.85～3.15 wt.%、および、酸素（O）：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記（2）式：

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

$$+ \text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ---- (2)}$$

チタン合金を使用している。この発明のゴルフクラブヘッドの構成部材の内、少なくともヘッド主要部には、熱間加工性に優れたチタン合金の素材を使用することが必要であるため、上述した化学成分組成を有するチタン合金の素材を用いる。その理由は、次の通りである。

【0034】〔α+β型チタン合金、Mo<sub>0.1</sub> (wt.%)〕：α+β型チタン合金は、常温強度に優れている。この発明において、前記（1）式で示されるモリブデン当量：Mo<sub>0.1</sub> (wt.%)の値が、2以上であれば、金属組織におけるβ相の体積率が増加し、β相-richなα+β型チタン合金になるので、β変態点が低下し、熱間加工性が改善される。しかしながら、その値が2未満では、その効果が十分発揮されない。一方、その値が10を超えると、β相の体積率が大きくなり過ぎ、β粒が粗大化して熱間加工性が劣化する。例えば、従来のα+β型チタン合金の代表的な合金であるTi-6Al-4V合金においては、β変態点がほぼ1000℃であるのに対して、当該α+β型チタン合金では、900℃程度となる。上述した化学成分組成を有するチタン合金の素材は、常温に於ける強度および靱性等の機械的性質に優れているのは勿論のこと、加工時に割れが発生することがなくなり、より低い温度における熱間加工（所謂、低温加工）が可能となる。その結果、この発明にお

けるゴルフクラブヘッドの構成部材のヘッド主要部材は一体成形が可能となる。

【0035】これに対して、β型合金は、熱間加工を施されることは知られているが、鍛造加熱温度が1000℃以上のため、多数の部材に分割して熱間鍛造を施さざるを得ない。従って、また酸化も進行する。

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V (\text{wt.} \%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.} \%)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなるものにするのが望ましい理由は、次の通りである。

【0037】[Al]：チタン合金材は通常熱間鍛造、熱間圧延、または、これらの両方により熱間加工により成形される。ところが、熱間加工温度が適正範囲外に低下すると、変形抵抗が急激に増大すると共に、材料に割れが発生し、製造性が著しく低下する。このような製造性はAlの含有量と密接に関係する。即ち、Alはα+β組織を得るための、所謂、α相安定化元素として添加され、強度の上昇に寄与する。しかしながら、Al含有量が3 wt.% 未満では、所望の強度が得られない。一方、Al含有量が5 wt.% を超えると、熱間変形抵抗が増大し、製造性が悪くなる。従って、Al含有量は、3

【0038】[V]：Vは、α+β組織を得るための、所謂、β相安定化元素として添加され、Tiとの間に脆化相である金属間化合物を形成することなく強度を上昇させる作用を有する。即ち、Vは、主に、β相に固溶してこれを強化する。しかしながら、V含有量が2.1 wt.% 未満では、上述した作用を十分発揮することができない。一方、V含有量が3.7 wt.% を超えると、β変態点が低くなり過ぎる。従って、V含有量は、2.1

【0039】[Mo]：Moは、β相安定化元素として添加され、β変態点を低下させることにより熱間加工温度の低下に寄与する。更に、Moは、β相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。しかしながら、Mo含有量が0.85 wt.% 未満では、上述した作用・効果が十分得られない。一方、Mo含有量が3.15 wt.% を超えると、合金材の密度を増大させ、チタン合金の、所謂、比強度が高いという長所を損なう。また、Moはチタン合金中の拡散速度が遅いために熱間加工時の変形応力が増大する。従って、Mo含有量は、0.85

【0040】[Fe]：Feは、Moと同様、β相安定化元素として添加され、β変態点を低下させることにより熱間変形抵抗の低減に寄与する。更に、Feは、β相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。また、Feは、熱間加工時に加工性のよいβ相の体積率を増加させるので、熱間変形抵抗を減少させると共に、割れの発生を抑制する効果を有する。しかしながら、Fe含有量が0.85 wt.% 未満では、上記効果が十分発揮されな

\*【0036】次に、少なくともヘッド主要部材の化学成分組成を、Al：3～5 wt.%、V：2.1～3.7 wt.%、Mo：0.85～3.15 wt.%、Fe：0.85～3.15 wt.%、および、O：0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式：

$$+ Mo (\text{wt.} \%) \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ----- (2)}$$

い。一方、Fe含有量が3.15 wt.% を超えると、Tiとの間に脆化相である金属間化合物が形成され易くなり、そのため延性が劣化する。従って、Fe含有量は、0.85～3.15 wt.% の範囲内に限定することが望ましい。

【0041】[O]：Oは、α相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。しかしながら、O含有量が0.06 wt.% 未満ではその効果が十分発揮されない。一方、O含有量が0.2 wt.% を超えると、熱間変形抵抗を増大させるので望ましくない。従って、O含有量は、0.06～0.2 wt.% の範囲内に限定することが望ましい。

【0042】 $[0.67 \times V (\text{wt.} \%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.} \%) + Mo (\text{wt.} \%)]$ ：この値は、チタン合金のβ相の安定度を示し、この値が小さくなると、金属組織におけるβ相の体積率が減少し、β変態点が高くなり、逆に、この値が大きくなるとβ相の体積率が増加し、β変態点が低くなる。そして、Al、V、Mo、FeおよびOの含有量が、上述した範囲内にあって、且つ、β相の安定度を示すこの値が、7 wt.% 未満では、α相の体積率が増加し、変形抵抗がやや大きくなり過ぎ、従って、β変態点の低下がやや不十分であり、熱間加工性が十分には改善されない。一方、この値が13 wt.% を超えると、β相の体積率がやや大きくなり過ぎ、β粒がやや粗大化して熱間加工性がやや低下する。従って、熱間加工性に優れたチタン合金を用いることによって、ゴルフクラブヘッドの構成部材の一体成形を可能とするためには、 $0.67 \times V (\text{wt.} \%) + 2.9 \times Fe (\text{wt.} \%) + Mo (\text{wt.} \%)$  の値を、7～13 wt.% の範囲内に限定すべきである。

【0043】上述した化学成分組成を有する上記部材は、β相の体積率が一層適正な範囲内に増加した、所謂、β相-richなα+β型チタン合金になるので、β変態点が900℃程度と一層低くなり、熱間加工に大きな力を要せず、しかも、加工時に割れが発生することがなくなり、一層の低温加工が可能となり、熱間加工性が向上する。その結果、次に述べるようなヘッド主要部材の一体成形が容易となる。

【0044】即ち、この発明においては、少なくともヘッド主要部材には、上述したような熱間加工性に優れたチタン合金の素材を用いるので、フェース部およびフーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（以下、

「1型ヘッド主要部材」という)、フェース部、クラウン部およびフォゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(以下、「2型ヘッド主要部材」という)、並びに、フェース部、ソール部およびフォゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(以下、「3型ヘッド主要部材」という)の複雑で加工度の高い形状のものを、所定形状の棒材(例えば、丸棒材および角棒材)を熱間加工することによって成形することができる。一方、上記ヘッド主要部材を除く他の部材、例えば、ソール部材およびクラウン部材等はヘッド主要部材のように複雑な形状

ではないので、熱間加工により成形することができる範囲内において、必ずしも上記化学成分組成を有する素材を用いなくてもよく、また、素材形状は板材を用いるのが望ましい。

【0045】更に、この発明のゴルフクラブヘッドは、フォゼル部を含むヘッド主要部材が一体で形成されている。従って、ゴルフクラブの使用時に最も衝撃力を受けるフォゼル部とフェース部との境界領域が一体成形物であって、溶接等の接合構造ではないので、その耐久性に格段と優れている。

【0046】そして、ヘッド主要部材とソール部材またはクラウン部材等とが組み立てられた突き合わせ部分を溶接で接合することによって、所定のゴルフクラブヘッドを製造することができる。従って、溶接線が短く、溶接箇所が少ないので、溶接による歪みが起こりにくく、形状および寸法精度が良好である。また、溶接される位置はソール部とフェース部およびクラウン部との突き合わせ部分等のみであるから、ゴルフクラブ使用時の衝撃力がかかりにくい位置であり、しかも、この部分は滑らかな曲面形状をなしているため、その耐久性を損なうことがない。更に、溶接線が短く、且つ、溶接線の数が少ないので、溶接に伴う凝固組織領域が狭い。従って、強度および靱性等の機械的性質の劣化領域が狭く抑制され、溶接歪みによるゴルフクラブヘッドの寸法および形状不良の発生も抑制される。

【0047】次に、ヘッド主要部材の化学成分組成は、上述した通りの、モリブデン当量:  $\text{Mo}_{\text{eq}}$  (wt.%) の値が、2~10の範囲内にあるので、Ti-6Al-4V合金のような従来の $\alpha + \beta$ 型チタン合金に比較して $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金になっている。従って、従来、認められなかった現象、即ち、この合金材においては、熱間加工終了時において、実質的に溶体化処理された状態が得られ、しかも、その状態が安定化されているので、熱間加工終了後、急冷しなくても1℃/秒程度の空冷で溶体化処理状態が安定して得られる。従って、熱間加工後に溶体化処理を行なう必要はない。従って、また、上記部材の溶接後に、部材の溶体化状態の安定化を図るための時効処理を施さなくてもよい。但し、常温において、一層優れた機械的性質を得ようとする場\*

\*合には、熱間加工後、450~650℃で0.5~10時間程度の時効処理を施すことが望ましい。この理由は、温度が450℃未満であるか、または、時間が0.5時間未満であると、強度上昇が不十分であり、また、600℃超または10時間超では過時効により軟化するからである。前記時効処理を施すことにより、自然時効材の強度(110~130kg/mm<sup>2</sup>程度)を15~20%程度向上させることができ、ゴルフクラブヘッドの大型化に望ましい強度が簡便に得られる。

【0048】また、少なくともヘッド主要部材の化学成分組成を、Al: 3~5 wt.%, V: 2.1~3.7 wt.%, Mo: 0.85~3.15 wt.%, Fe: 0.85~3.15 wt.%, および、O: 0.06~0.2 wt.% を含有し、残部がチタンおよび不可避不純物からなるものにとすると、上記部材は、 $\beta$ 相の体積%が一層適正な範囲内に増加した、所謂、 $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金になるので、 $\beta$ 変態点が900℃程度と一層低くなり、熱間加工可能な温度が一層低温となり、設備上および操業上有利になる。そして、この場合にも、上述した内容と同じ理由により、熱間加工後に溶体化処理を行なう必要はない。また、上記部材の溶接後に、部材の溶体化状態の安定化を図るための時効処理を施さなくてもよい。但し、常温において、より一層優れた所望の機械的性質を得ようとする場合には、熱間加工後、前記時効処理を施すことが望ましい。

【0049】一般に、チタン合金素材の加熱温度、および、熱間加工温度を低くするほど、チタン合金素材の表面の酸化および窒化が抑制される。この発明のゴルフクラブヘッドの製造においては、上述した通りの化学成分組成のチタン合金の素材を用いるので、熱間加工の範囲内における良好な低温加工を行なうことができるので、上記酸化および窒化の抑制効果が発揮される。

#### 【0050】

【実施例】以下、実施例により、比較例と対比しながらこの発明を更に説明する。先ず、真空アーク再溶解炉で次の各種チタン合金のインゴットを調製した。

【0051】表1に、本発明の少なくともヘッド主要部材が満たすべき化学成分組成を有するチタン合金(以下、「本発明型合金」という)No. A1およびA2の化学成分組成を示す。本発明型合金No. A1は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、かつ、前記(1)式のモリブデン当量:  $\text{Mo}_{\text{eq}}$  が2~10の範囲内の5.4であり、また、本発明型合金No. A2は、Al、V、Mo、FeおよびO含有量が望ましい範囲内にあり、かつ、 $\beta$ 相の安定度を示す $0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) \text{Mo} (\text{wt.}\%)$  で算出される値が7~13の範囲内の10.1である。

#### 【0052】

#### 【表1】

	合金 No.	化学成分組成 (wt.%)														Mo..	(1)
		Al	V	Mo	Fe	O	W	Nb	Ta	Cr	Ni	Co	Cu	Sn	Zr		
本発明型 合金	A 1	5.0	—	4.0	—	0.09	—	—	—	4.0	—	—	—	2.0	2.0	5.4	—
	A 2	4.5	3.0	2.0	2.0	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.3	9.8

$$\text{Mo.. (wt. \%)} = \text{Mo (wt. \%)} + 0.67 \times \text{V (wt. \%)} + 0.44 \times \text{W (wt. \%)} + 0.28 \times \text{Nb (wt. \%)} + 0.22 \times \text{Ta (wt. \%)} \\ + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)} + 1.8 \times \text{Cr (wt. \%)} + 1.1 \times \text{Ni (wt. \%)} + 1.4 \times \text{Co (wt. \%)} + 0.77 \times \text{Cu} \\ \text{(wt. \%)} - \text{Al (wt. \%)}$$

$$(1) = 0.67 \times \text{V (wt. \%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)} + \text{Mo (wt. \%)}$$

【0053】表2に、ゴルフクラブヘッドに適するとされる従来のチタン合金の代表的なものであって、β型チタン合金および従来のα+β型チタン合金の所謂6A1-4V-Ti合金（以下、「従来型合金」という）No.\*

\* B1およびNo. B2の化学成分組成を示す。

【0054】

【表2】

	合金 No.	化学成分組成 (wt.%)														Mo..	(1)
		Al	V	Mo	Fe	O	W	Nb	Ta	Cr	Ni	Co	Cu	Sn	Zr		
従来型 合金	B 1	3.1	15.1	—	—	0.08	—	—	—	3.0	—	—	—	3.1	—	11.8	—
	B 2	6.3	4.1	—	—	0.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.8	—

$$\text{Mo.. (wt. \%)} = \text{Mo (wt. \%)} + 0.67 \times \text{V (wt. \%)} + 0.44 \times \text{W (wt. \%)} + 0.28 \times \text{Nb (wt. \%)} + 0.22 \times \text{Ta (wt. \%)} \\ + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)} + 1.6 \times \text{Cr (wt. \%)} + 1.1 \times \text{Ni (wt. \%)} + 1.4 \times \text{Co (wt. \%)} + 0.77 \times \text{Cu} \\ \text{(wt. \%)} - \text{Al (wt. \%)}$$

$$(1) = 0.67 \times \text{V (wt. \%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)} + \text{Mo (wt. \%)}$$

【0055】上記インゴットを所定条件で熱間鍛造および熱間圧延して、各インゴットから所定の形状・寸法の丸棒材および角棒材、並びに、板材を調製した。なお、熱間圧延の圧下量（熱間圧延方向の材料の長さの増加率で表わす）は50～80%の範囲内とした。このようにして調製されたチタン合金の丸棒材および板材を、本発明の実施例および比較用発明の実施例におけるゴルフクラブヘッドの素材に供した。

【0056】【実施例】本発明の範囲内のゴルフクラブヘッドを下記のようにして製作した。図1は、第1発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフクラブヘッドは、フェース部1およびフォアゼル部3が一体物で形成された1型ヘッド主要部材T1と、ソール部4からなるソール部材6と、クラウン部からなるクラウン部材とを組み立て、突き合わ

せ部分を溶接により接合し一体化したものである。

【0057】図2は、第2発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフクラブヘッドは、フェース部1、クラウン部2およびフォアゼル部3が一体物で形成された2型ヘッド主要部材T1と、ソール部4からなるソール部材6とを組み立て、突き合わせ部分を溶接により接合し一体化したものである。

【0058】図3は、第3発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフクラブヘッドは、フェース部1、ソール部4およびフォアゼル部3が一体物で形成された3型ヘッド主要部材T2と、クラウン部2からなるクラウン部材5とを組み立て、突き合わせ部分を溶接により接合し一体化したものである。

である。

【0059】表1および表2に示したチタン合金の素材を使用し、所定の製造条件で本発明のゴルフクラブヘッドを製造した。表3に、本発明のゴルフクラブヘッドを\*

\*製造するために用いた合金素材の種類、並びに、熱間鍛造および時効処理条件等の製造条件を示す。

【0060】

【表3】

供試体 No.	構成部材	合金No.	素材形状	加熱温度 (℃)	鍛造後の 冷却方法	溶体化処理	時効処理条件		鍛造結果
							加熱温度 (℃)	加熱時間 (h r)	
P 1	1型ヘッド主要部材 クラウン部材 ソール部材	A 2 A 2 A 2	丸棒材 板材 板材	850	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
P 2	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 1 A 1	丸棒材 板材	850	空冷	実施せず	実施せず		○
				850	空冷	実施せず	実施せず		○
P 3	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 A 2	丸棒材 板材	830	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
P 4	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 B 2	角棒材 板材	840	空冷	実施せず	実施せず		○
				950	空冷	実施せず	実施せず		○
P 5	3型ヘッド主要部材 クラウン部材	A 1 A 1	丸棒材 板材	850	空冷	実施せず	510	1.0	○
				850	空冷	実施せず	510	1.0	○
P 6	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 A 2	角棒材 板材	850	空冷	実施せず	510	1.0	○
				850	空冷	実施せず	510	1.0	○
本 発 明 供 試 体									

1型ヘッド主要部材：フェース部およびフェーゼル部からなる。  
2型ヘッド主要部材：フェース部、クラウン部およびフェーゼル部からなる。  
3型ヘッド主要部材：フェース部、ソール部およびフェーゼル部からなる。

○：良好

【0061】即ち、少なくともヘッド主要部材（1型ヘッド主要部材、2型ヘッド主要部材および3型ヘッド主要部材）には、本発明型合金の丸棒材または角棒材を用い、その他の各部材には、本発明型合金または従来型合金（No. B2：Ti-6Al-4V合金）の板材を用い、それぞれを所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なった。ヘッド主要部材の型鍛造においては、フェース部

およびクラウン部、または、フェース部およびソール部を粗成形した後、フェース部およびクラウン部、または、フェース部およびソール部の仕上げ型鍛造、および、フェーゼル部3の穴開け加工を行なった。

【0062】なお、上記型鍛造の工程においては、丸棒材または板材の素材を加熱炉で所定の温度に加熱し、抽出後すばやく所定の金型を使用して鍛造を行なう。従っ

て、鍛造所要時間は短いので、鍛造中の被成形体の温度（鍛造温度）は、上記加熱温度に近い温度である。そこで、この発明においては、鍛造温度の代わりにすべて加熱温度を鍛造条件として使用した。

【0063】上記のヘッド主要部材の熱間型鍛造においては、素材に本発明型合金の化学成分組成を有し、かつ、丸棒材を使用したので、本発明供試体No. P1～P6のすべてについて、複雑な形状の一体物の部材を良好に成形することができた。次いで、所定の部材を組み立て、TIG溶接により接合して一体化されたゴルフクラブヘッドを調製した。このようにして調製されたゴルフクラブヘッドはいずれも、鍛造終了時に溶体化処理状態が得られているので、鍛造後の溶体化処理を施さなかった。

【0064】なお、溶接後の時効処理も、前述したように、本発明型合金を使用した部材においては自然時効の\*

\* 効果が得られるので、時効処理を施す必要はない。しかしながら、一層優れた機械的性質を得るために、一部のものについてのみ時効処理を施した。次いで、ゴルフクラブヘッドの表面を研磨し、塗装して仕上げた。このようにして容積230ccの本発明の範囲内のゴルフクラブヘッド（以下、「本発明供試体」という）を6個製作した。

【0065】〔比較例〕次に、比較用のゴルフクラブヘッド（以下、「比較用供試体」という）を、表2に示したチタン合金の素材を使用して製造した。

【0066】表4に、比較用のゴルフクラブヘッドを製造するために用いた素材の合金の種類、並びに、熱間鍛造条件、溶体化処理条件および時効処理条件を示す。

【0067】

【表4】

供試体 No.	構成部材	合金 No.	素材形状	加熱温度 (°C)	鍛造後の 冷却方法	溶体化処理条件			時効処理条件		鍛造 結果
						加熱温度	加熱時間	冷却方法	加熱温度	加熱時間	
Q 1	1型ヘッド主要部材 クラウン部材 ソール部材	B 1	丸棒材 板材 板材	1000 1000 1000	— 空冷 空冷	—	—	—	—	—	× ○ ○
						—	—	—	—	—	
						—	—	—	—	—	
Q 2	2型ヘッド主要部材 ソール部材	B 1	丸棒材 板材	1000 1000	— 空冷	—	—	—	—	—	× ○
						—	—	—	—	—	
Q 3	3型ヘッド主要部材 クラウン部材	B 2	丸棒材 板材	950 950	— 空冷	—	—	—	—	—	× ○
						—	—	—	—	—	
Q 4	4構成部材	B 1	板材	1000	空冷	810	20 min	空冷	510 °C	13 hr	○
Q 5	4構成部材	B 2	板材	950	空冷	950	1 hr	空冷	540 °C	6 hr	○
Q 6	4構成部材	B 2	板材	950	空冷	950	1 hr	水冷	—	—	*
Q 7	4構成部材	B 1	板材	1000	空冷	実施せず			実施せず		○

比較用供試体

【0068】比較用供試体No. Q1については、図1に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを製造するために、1型ヘッド主要部材には、従来型合金No. B1 (β型合金) の丸棒材を、また、クラウン部材およびソール部材には、従来型合金No. B1 の板材を素材として使用した。なお、図1に示したゴルフクラブヘッドは、クラウン部とソール部とが各部材に分かれているが、クラウン部とソール部とが一体で形成された部材であってもよい。

【0069】比較用供試体No. Q2およびQ3については、それぞれ図2および図3に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを製造するために、ヘッド主要部材 (2型ヘッド主要部材および3型ヘッド主要部材) には、従来型合金No. B1 (β型合金) およびB2 (Ti-6Al-4V合金) の丸棒材を、一方、ソール部材およびクラウン部材には、それぞれ従来型合金No. B1 およびB2 の薄板材を素材として使用し、所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なって成形した。

1型ヘッド主要部材：フェース部およびフォアゼル部からなる。

2型ヘッド主要部材：フェース部、クラウン部およびフォアゼル部からなる。

3型ヘッド主要部材：フェース部、ソール部およびフォアゼル部からなる。

4構成部材：フェース部、クラウン部、ソール部およびフォアゼル部の各部材

○：良好、×：不良、\*：焼入れ時に熱歪み発生。実打試験できず。

【0070】その結果、ソール部材およびクラウン部材の鍛造はいずれも良好に行うことができたが、複雑な形状のヘッド主要部材はNo. Q1、Q2およびQ3のいずれにおいても、正常な鍛造を行なうことができなかった。従って、所期のゴルフクラブヘッドを製造することができなかった。

【0071】比較用供試体No. Q4～Q7についてはいずれも、図4に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを次のようにして製造した。即ち、4構成部材（フェース部、クラウン部、フォゼール部およびソール部の各々）を、従来型合金No. B1およびB2の板材を用い、所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なって成形した。そして、鍛造後は空冷した。

【0072】次いで、上記4構成部材を組み立て、突き合わせ部分をTIG溶接により接合し一体化した。このようにして形成されたゴルフクラブヘッドに対して、比較用供試体No. Q4～Q6について、表4に示した条件で溶体化処理を施した。しかしながら、比較用供試体No. Q6については、溶体化処理において水冷焼入れを行なったために熱歪みが発生したので、その後の試験を中止した。

【0073】次いで、比較用供試体No. Q4およびQ5のゴルフクラブヘッドについては表4に示した条件で時効処理を施し、一方、比較用供試体No. Q7については時効処理を施さなかった。そして、次いで、ゴルフクラブヘッドの表面を研磨し、塗装して仕上げた。このようにして容積230ccの本願発明の範囲外のゴルフクラブヘッド（比較用供試体）を3個製作した。

【0074】上述した、本発明供試体6個および比較用供試体3個の各々について、耐久性試験を行なった。耐久性試験方法は、各々の供試体にゴルフクラブのシャフトを装着したゴルフクラブを調製し、ヘッドスピード50m/secでゴルフボールを実打し、ゴルフクラブヘッドのいずれかの部分に異常が発生するまでの回数で、耐久性を評価した。その結果、比較用供試体においては、実打回数6000回未満で全数が溶接部に破断または亀裂が発生した。これに対して、本発明供試体においては、全数、6000回以上の耐久性を示した。

【0075】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、従来の $\alpha + \beta$ 型チタン合金よりも $\beta$ 変態点が低い、 $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金を用いることにより、即ち、比較的低温において良好な熱間加工性を示し、熱間鍛造終了時に溶体化処理状態が得られ、更に、時効処理を施す必要のないような優れた性質を有するチタン合\*

\*金を用いることにより、複雑な形状の大型ゴルフクラブヘッドの構成部材を一体物で形成することができ、従って、溶接箇所および溶接線の数が大幅に減少し、そして、熱処理工程を簡略化することができるので、製造性が向上し、製造工期が短縮され、コストが大幅に低減し、しかも、耐久性に優れた、チタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法を提供することができ、工業上極めて有用な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明（第1発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

【図2】この発明（第2発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

【図3】この発明（第3発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

【図4】従来のチタン合金製ゴルフクラブヘッドの組立図の1例を示す概略斜視図である。

【図5】従来の金属製ゴルフクラブヘッドの組立図の1例を示す概略斜視図である。

【符号の説明】

T1 1型ヘッド主要部材

T2 2型ヘッド主要部材

T3 3型ヘッド主要部材

1 フェース部

2 クラウン部

2a クラウン部の一部であってフェース部に隣接した部分

2b クラウン部の他の一部であってフェース部に隣接しない部分

3 フォゼール部

4 ソール部

4a ソール部の一部であってフェース部に隣接した部分

4b ソール部の他の一部であってフェース部に隣接しない部分

5 クラウン部材

6 ソール部材

7 フェース側部材

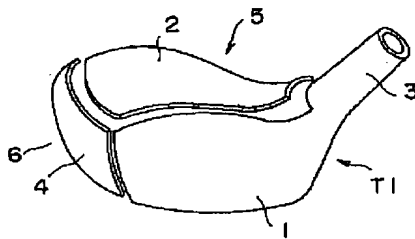
8 バック側部材

9a フォゼール部と、クラウン部およびフェース部との突き合わせ部分

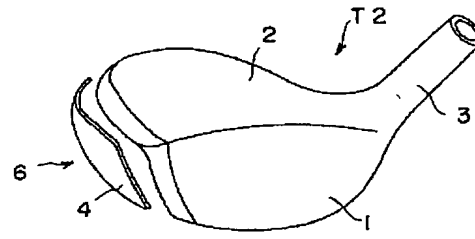
9b フォゼール部とクラウン部との突き合わせ部分



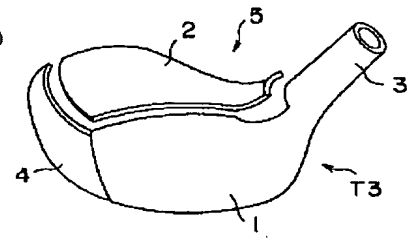
【図1】



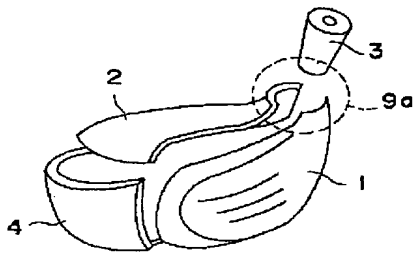
【図2】



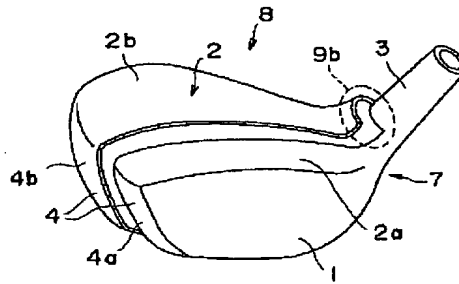
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 皆川 邦典  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 山田 眞  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 小川 厚  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 橋本 博  
東京都台東区東上野1-24-2 株式会社  
ジースリー内

(72)発明者 魏 ▲隆▼誼  
台湾 チャイスー リンサントンルー  
269シャン1ノン55ハウ

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 1 部門第 2 区分

【発行日】平成 11 年（1999）4 月 20 日

【公開番号】特開平 8-224327

【公開日】平成 8 年（1996）9 月 3 日

【年通号数】公開特許公報 8-2244

【出願番号】特願平 7-56783

【国際特許分類第 6 版】

A63B 53/04

C22C 14/00

C22F 1/18

【F I】

A63B 53/04 B

A

C22C 14/00 Z

C22F 1/18 H

【手続補正書】

【提出日】平成 9 年 10 月 28 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】図 4 は、先行技術 1 に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図である。同図において、1 はフェース部、2 はクラウン部、3 はフォーゼル部、そして、4 はソール部である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】先行技術 1 によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接箇所は、例えば、図 4 の例においては、フェース部 1 とクラウン部 2 およびソール部 4 との接合面、クラウン部とソール部との接合面、並びに、フォーゼル部 3 とフェース部 1 およびクラウン部 2 との突き合わせ部分であり、合計 5 カ所となる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】図 5 は、上記公報に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図である。同図において、7 はフェース側部材であって、フェース部 1、クラウン部 2 の一部 2 a、ソール部 4 の一

部 4 a およびフォーゼル部 3 からなり、そして、8 はバック側部材であって、クラウン部 2 の他の一部 2 b およびソール部 4 の他の一部 4 b からなっている。9 b はフォーゼル部 3 とクラウン部 2 との突き合わせ部分である。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】先行技術 2 によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接箇所は、図 5 から明らかなように、フェース側部材 7 とバック側部材 8 との間の突き合わせ部分であり、溶接線は長く、また、ゴルフクラブの耐久性上重要な部分であるフォーゼル部 3 とクラウン部 2 との突き合わせ部分 9 b が溶接により接合されている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】次に、ヘッド主要部材の化学成分組成は、上述した通りの、モリブデン当量：Mo<sub>eq</sub>（wt.%）の値が、2～10 の範囲内にあるので、Ti-6Al-4V 合金のような従来の  $\alpha + \beta$  型チタン合金に比較して  $\beta$  相-rich な  $\alpha + \beta$  型チタン合金になっている。従って、従来、認められなかった現象、即ち、この合金材においては、熱間加工終了時において、実質的に溶体化処理された状態が得られ、しかも、その状態が安定化されているので、熱間加工終了後、急冷しなくても 1℃/秒

程度の空冷で溶体化処理状態が安定して得られる。従って、熱間加工後に溶体化処理を行なう必要はない。従って、また、上記部材の溶接後に、部材の溶体化状態の安定化を図るための時効処理を施さなくてもよい。但し、常温において、一層優れた機械的性質を得ようとする場合には、熱間加工後、 $450 \sim 650^{\circ}\text{C}$ で $0.5 \sim 10$ 時間程度の時効処理を施すことが望ましい。この理由は、温度が $450^{\circ}\text{C}$ 未満であるか、または、時間が $0.5$ 時間未満であると、強度上昇が不十分であり、また、 $650^{\circ}\text{C}$ 超または $10$ 時間超では過時効により軟化するからである。前記時効処理を施すことにより、自然時効材の強度( $110 \sim 130 \text{ kg/mm}^2$ 程度)を $15 \sim 20\%$ 程度向上させることができ、ゴルフクラブヘッドの大型化に望ましい強度が簡便に得られる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正内容】

【0051】表1に、本発明の少なくともヘッド主要部材が満たすべき化学成分組成を有するチタン合金（以下、「本発明型合金」という）No. A1およびA2の化学成分組成を示す。本発明型合金No. A1は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、かつ、前記(1)式のモリブデン当量： $\text{Mo}_{\text{eq}}$ が $2 \sim 10$ の範囲内の $5.4$ であり、また、本発明型合金No. A2は、A1、V、Mo、FeおよびO含有量が望ましい範囲内にあり、かつ、 $\beta$ 相の安定度を示す $0.67 \times V (\text{wt.}\%) + 2.9 \times \text{Fe} (\text{wt.}\%) \text{ Mo} (\text{wt.}\%)$ で算出される値が $7 \sim 13$ の範囲内の $9.8$ である。

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第2999387号

(P2999387)

(45) 発行日 平成12年1月17日(2000.1.17)

(24) 登録日 平成11年11月5日(1999.11.5)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	
A 6 3 B 53/04		A 6 3 B 53/04	B
			A
C 2 2 C 14/00		C 2 2 C 14/00	Z
C 2 2 F 1/18		C 2 2 F 1/18	H

請求項の数10(全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平7-56783	(73) 特許権者	000004123 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
(22) 出願日	平成7年2月22日(1995.2.22)	(73) 特許権者	592096535 株式会社ジースリー 東京都台東区東上野1丁目25番12号
(65) 公開番号	特開平8-224327	(73) 特許権者	595038534 チャオシンコンイエ クウフウ ヨウシ エンコンスウ タイワン インリンシェン シーロウツ アンルーシャンリーヨンシン 26-1ハ ウ
(43) 公開日	平成8年9月3日(1996.9.3)	(74) 代理人	100083839 弁理士 石川 泰男 (外1名)
審査請求日	平成9年10月28日(1997.10.28)	審査官	神 悦彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フェース部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T1)と、前記ヘッド主要部材(T1)から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの部材で構成されてお

り、且つ、前記フェース部と前記フォーゼル部とが隣接する部位を除く他の組み立て隣接部位は溶接によって接合されており、そして、更に、少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項2】 フェース部、クラウン部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T2)と、ソ

ール部で形成されたソール部材とから構成されており、前記ヘッド主要部材(T2)と前記ソール部材との組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記クラウン部は少なくとも前記フェース部の上部から、その後方に向かって連続して形成されているゴル

フクラブヘッドであって、

タン合金であって、下記(1)式：

少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)は、 $\alpha + \beta$ 型チ

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項3】 フェース部、ソール部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T3)と、クラウン部で形成されたクラウン部材とから構成されており、前記ヘッド主要部材(T3)と前記クラウン部材と

の組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記ソール部は少なくとも前記フェース部の下部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであって、

少なくとも前記ヘッド主要部材(T3)は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項4】 前記ヘッド主要部材(T1、T2およびT3)の前記化学成分組成は、  
アルミニウム(Al)：3～5 wt. %、  
バナジウム(V)：2.1～3.7 wt. %、

20 モリブデン(Mo)：0.85～3.15 wt. %、  
鉄(Fe)：0.85～3.15 wt. %、および、  
酸素(O)：0.06～0.2 wt. % を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式：

$$7 \text{ wt. \%} \leq 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + Mo \text{ (wt. \%)} \leq 13 \text{ wt. \%} \quad (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、請求項1、2または3の何れかに記載のチタン合金製ゴルフクラブヘッド。

【請求項5】 棒材を用い、熱間加工によりフェース部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T1)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工により、前記主要部材(T1)から独立して形成

されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの他の部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T1)と前記他の部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項6】 棒材を用い、熱間加工によりフェース部、クラウン部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T2)を成形し、そして、板材または棒材

を用い、熱間加工によりソール部で形成されるソール部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T2)と前記ソール部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T2)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \end{aligned}$$

$$+1.1 \times \text{Ni (wt.\%)} + 1.4 \times \text{Co (wt.\%)} + 0.77 \times \text{Cu (wt.\%)} - \text{Al (wt.\%)} \text{----- (1)}$$

で算出されるモリブデン当量:  $\text{Mo}_{\text{eq}}$  (wt.%) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項7】棒材を用い、熱間加工によりフェース部、ソール部およびフーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T3)を成形し、そして、板材または棒材を

用い、熱間加工によりクラウン部で形成されるクラウン部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T3)と前記クラウン部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T3)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

$$\begin{aligned} \text{Mo}_{\text{eq}} \text{ (wt.\%)} = & \text{Mo (wt.\%)} + 0.67 \times \text{V (wt.\%)} \\ & + 0.44 \times \text{W (wt.\%)} + 0.28 \times \text{Nb (wt.\%)} + 0.22 \times \text{Ta (wt.\%)} \\ & + 2.9 \times \text{Fe (wt.\%)} + 1.6 \times \text{Cr (wt.\%)} \\ & + 1.1 \times \text{Ni (wt.\%)} + 1.4 \times \text{Co (wt.\%)} + 0.77 \times \text{Cu (wt.\%)} - \text{Al (wt.\%)} \text{----- (1)} \end{aligned}$$

で算出されるモリブデン当量:  $\text{Mo}_{\text{eq}}$  (wt.%) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項8】前記ヘッド主要部材(T1、T2およびT3)の前記化学成分組成は、アルミニウム(Al): 3～5 wt.%,

$$7 \text{ wt.\%} \leq 0.67 \times \text{V (wt.\%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.\%)} + \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、請求項5、6または7の何れかに記載のチタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項9】請求項5、6または7の何れかに記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成は、アルミニウム(Al): 3～5 wt.%,

$$7 \text{ wt.\%} \leq 0.67 \times \text{V (wt.\%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.\%)} + \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材(T1、T2またはT3)の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材(T1、T2またはT3)の前記化学成分組成に応じて定まる $\beta$ 変態点よりも120℃低い温度から、前記 $\beta$ 変態点よりも30℃高い温度までの範囲内であることを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【請求項10】請求項5、6または7の何れかに記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成

$$7 \text{ wt.\%} \leq 0.67 \times \text{V (wt.\%)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.\%)} + \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材(T1、T2またはT3)の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材(T1、T2またはT3)の前記化学成分組成に応じて定まる $\beta$ 変態点よりも100℃低い温度から、前記 $\beta$ 変態点よりも20℃低い温度までの範囲内で

15 バナジウム(V) : 2.1～3.7 wt.%,  
モリブデン(Mo) : 0.85～3.15 wt.%,  
鉄(Fe) : 0.85～3.15 wt.%, および、  
酸素(O) : 0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

$$+ \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

25 バナジウム(V) : 2.1～3.7 wt.%,  
モリブデン(Mo) : 0.85～3.15 wt.%,  
鉄(Fe) : 0.85～3.15 wt.%, および、  
酸素(O) : 0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

$$+ \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

30 分組成は、  
アルミニウム(Al) : 3～5 wt.%,  
35 バナジウム(V) : 2.1～3.7 wt.%,  
モリブデン(Mo) : 0.85～3.15 wt.%,  
鉄(Fe) : 0.85～3.15 wt.%, および、  
酸素(O) : 0.06～0.2 wt.% を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

$$+ \text{Mo (wt.\%)} \leq 13 \text{ wt.\%} \text{----- (2)}$$

45 あることを特徴とする、チタン合金製ゴルフクラブヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、メタルウッド等の金属製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法に関するも

のであり、特に、溶接個所が少なく、耐久性および製造性に優れたチタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】いわゆるメタルウッドゴルフクラブのヘッド（以下、ゴルフクラブヘッドという）は、ステンレス合金、アルミニウム合金、チタン合金またはベリリウム-銅合金を素材として、精密鋳造法により製造されていた。特に、チタン合金は軽量でありかつ強度に優れており、所謂、比強度が大きいという優位性のため、ゴルフクラブヘッドとして実用化されている。上記精密鋳造法において使用されるチタン合金の種類としては、例えば、 $\alpha + \beta$ 型Ti合金であるTi-6Al-4V合金がある。

【0003】しかしながら、チタン合金はその熔融金属の流動性に代表される鋳造性において劣る。そのため、精密鋳造法により製造されたチタン合金製のゴルフクラブヘッドには、微細なポロシティ等の鋳造欠陥が存在する。そして、この鋳造欠陥が一定量以上存在すると不良品とされる。精密鋳造法によるチタン合金製のゴルフクラブヘッドは、このような不良品となる確率が高く、製品歩留が低下する等の問題があった。また、上記ゴルフクラブヘッドは、金属組織が鋳造組織であるため脆く、また、耐久性および引張強さ等の機械的性質に劣るという欠点を有していた。

【0004】このような精密鋳造法によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの問題を解決するために、熱間または冷間における塑性加工成形によるチタン製ゴルフクラブヘッドが提案されている。しかしながら、チタン合金は一般的に塑性加工性に劣る。即ち、塑性加工時の変形抵抗が高く延性が低い。従って、チタン合金の塑性加工には大きな力を要し、そして、塑性加工時に割れが発生し易いという問題がある。

【0005】確かに、チタン合金の塑性加工性は、一般的には高温においては向上する。即ち、塑性加工温度を高くすれば、変形に要する力は小さくて済み、また、延性も増加する。従って、塑性加工面のみに注目した場合には、チタン合金に対しては、高温で塑性加工を施すことにより、加工度の大きな成形をすることができ、また、複雑な形状に成形することもできる。しかしながら、チタン合金は、酸素および窒素に対して極めて活性であるから、加熱温度および熱処理温度を高温にすることは望ましくない。

【0006】そこで、例えば、特開平5-15620号公報には、冷間プレス加工により製造されるチタン合金製ゴルフクラブヘッド（以下、先行技術1という）が開示されている。

【0007】上記公報には、ゴルフクラブヘッドを複数個の構成部材に分割し、これら構成部材を $\beta$ 型チタン合金からなる素材を冷間プレス法により加工して成形し、

次いで、上記構成部材を組み立て、突き合わせ部分を溶接することによって製造されるチタン合金製ゴルフクラブヘッドが開示されている。

【0008】図4は、先行技術1に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図である。同図において、1はフェース部、2はクラウン部、3はフォーゼル部、そして、4はソール部である。

【0009】先行技術1によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接個所は、例えば、図4の例においては、フェース部1とクラウン部2およびソール部4との接合面、クラウン部とソール部との接合面、並びに、フォーゼル部3とフェース部1およびクラウン部2との突き合わせ部分であり、合計5ヵ所となる。

【0010】また、特開平5-317467号公報には、鍛造法により、フェース部、クラウン部の一部、ソール部の一部およびフォーゼル部が一体成形された金属製ゴルフクラブヘッド（以下、先行技術2という）が記載されている。

【0011】図5は、上記公報に記載されたゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況を示す概略斜視図である。同図において、7はフェース側部材であって、フェース部1、クラウン部2の一部2a、ソール部4の一部4aおよびフォーゼル部3からなり、そして、8はバック側部材であって、クラウン部2の他の一部2bおよびソール部4の他の一部4bからなっている。9bはフォーゼル部3とクラウン部2との突き合わせ部分である。

【0012】上記公報には、所定形状の金属板を粗成形した後、これを鍛造加工により「フェース側部材7」に成形し、一方、他の所定形状の金属板を「バック側部材8」に成形し、これら2つの部材を組み立て、突き合わせ部分を溶接することによって製造される金属製ゴルフクラブヘッドが開示されている。

【0013】先行技術2によれば、ゴルフクラブヘッドの構成部材の溶接個所は、図5から明らかなように、フェース側部材7とバック側部材8との間の突き合わせ部分であり、溶接線は長く、また、ゴルフクラブの耐久性上重要な部分であるフォーゼル部3とクラウン部2との突き合わせ部分9bが溶接により接合されている。

【0014】また、実公昭61-33971号公報には、ヘッド本体の構成部材が前側殻部と後側殻部とからなる2分割方式のゴルフクラブヘッド（以下、先行技術3という）が開示されている。しかしながら、先行技術3においては、ゴルフボールの打球時にもっとも衝撃のかかるフォーゼル部が、「後側ネック半割部」と「前側ネック半割部」を突き合わせ溶接してなり、溶接線が2本となるため、シャフト取付用パイプを構成部材としており、ヘッド本体とシャフト取付用パイプとは溶接によって接合されるものである。更に、実公昭61-33970号公報および実公昭60-30453号公報には、

3分割方式のゴルフクラブヘッドが開示されている。しかしながら、ヘッド本体の内部にはフェース部、クラウン部およびソール部を相互に連結し補強するための補強部材、並びに、シャフト取付用パイプを構成部材としているために、構造および製造工程が複雑である。また、特開昭63-154186号公報には、主として複数のTi-6Al-4Vチタン合金製殻部を相互に一体接合して中空状のヘッド本体を形成するゴルフクラブ用ヘッドが開示されている。しかしながら、同号公報の発明においては下記点、即ち、■チタン合金の鍛造後水冷を必要とするので熱歪みによる寸法の狂いおよび変形が発生する恐れがある、■鍛造温度が900℃以上であるから酸化の影響を受け易い、■熱間加工性が悪く、割れ易いために成形品の形状に問題が発生し易い。従って、最適な鍛造条件範囲が狭くなり、設計の自由度を大きくとることができない、といった問題点がある。

#### 【0015】

【発明が解決しようとする課題】 上述した先行技術には、下記の問題点がある。先行技術1は、冷間加工によりβ型チタン合金製の複数の構成部材を成形し、組み合わせ、突き合わせ部分を溶接することによって一体化されたゴルフクラブヘッドを製造するという方法であるが、開示された構成部材は、フェース部、クラウン部、ソール部およびフォーゼルの4部材にわたるので、前述したように5ヵ所という多数の箇所を溶接しなければならない。また、β型チタン合金はα+β型チタン合金よりも溶接性に劣り、上記構成部材の溶接部における金属特性（延性および結晶粒の状態）が、塑性加工を受けて均質化された母材部におけるそれに比較して劣るため、ゴルフクラブヘッド使用時に溶接部分における耐久性に劣る。

【0016】 特に、ゴルフクラブの耐久性上強靱性が要求されるフォーゼル部とクラウン部およびフェース部とが溶接による接合構造であるため、その耐久性に問題がある。また、溶接箇所が多く、溶接線の長さも長いので、溶接歪みによるゴルフクラブヘッドの形状不良発生の原因となる。更に、溶接工数の増加によりコスト上昇を招くといった問題がある。先行技術1においては、ゴルフクラブヘッドの構成部材であるチタン合金材を冷間加工により成形するので、加工度の大きい成形をすることが困難であり、また、複雑な形状の構成部材を得ることが困難である。

【0017】 先行技術2においては、ゴルフクラブヘッドの構成部材が2つと少ないので、溶接施工の実施に伴う問題点は、先行技術1に比較して改善される。しかしながら、先行技術2におけるフォーゼルの形成方法は、板状の素材を円筒状に成形した後、突き合わせ部をシーム状に溶接して形成するものである。従って、フォーゼルの部にはシーム状の1本の溶接線が依然として残るという問題がある。また、溶接線の長さが長いので、溶

接歪みによる形状不良発生の問題が残ること、並びに、ゴルフクラブの耐久性上特に強靱性が要求されるフォーゼル部とクラウン部とが溶接による接合構造であるため、その耐久性に問題がある。また、ゴルフクラブヘッドの製造に使用する金属板として、チタン合金に関する開示はなく、低合金鋼についての開示があるのみである。従って、先行技術2では、チタン合金が熱間加工性に劣ることに伴い発生する問題を解決することができない。

【0018】 前述したように、チタン合金の塑性加工性は、高温になると向上するので、塑性加工に必要な力は小さくてすみ、また、延性が向上するので加工度を大きくとることができ、より複雑な形状の部品に成形することができる。従って、高温におけるチタン合金素材の酸化および窒化を防止することができれば、一体物に近いゴルフクラブヘッドの製造が可能となる。しかしながら、チタン合金材の加熱および鍛造工程の雰囲気を制御することにより酸化および窒化を実質的に無害な程度に抑制することは工業的には困難である。そして、加熱および鍛造温度が900℃を超えると、チタン合金の酸化および窒化が著しくなる。

【0019】 β型チタン合金は、チタン合金の中では冷間加工性に優れているものの、ゴルフクラブヘッドのような複雑な形状を、冷間加工により成形することは、極めて困難であり、実際にはβ型合金の場合でもヘッドを多分割して熱間鍛造法により成形している。最近のゴルフクラブヘッドにおいては、飛距離および飛球の正確度を向上させるために、広いスイートスポットを付与した容量220cc以上の大型ゴルフクラブヘッドが製造されている。この結果、ゴルフクラブヘッドの大型化に伴い従来材料ではヘッド重量が増加するために、素材の高比強度化が重要になる。β型合金の場合、熱間鍛造ままでは80~90kg/mm<sup>2</sup>程度の強度しか得られず、剛性も低いので、チタン合金に期待される高比強度、高比剛性をβ型チタン合金製ゴルフクラブヘッドに付与するためには、鍛造後、溶体化・時効処理を施さなければならない。しかも、高強度化には溶体化・空冷後、8~15時間程度の長時間時効が必要であり、熱処理に長時間を要するといった問題がある。また、代表的なα+β型合金のTi-6Al-4V合金の高強度化では、時効処理前の溶体化処理において水冷が不可欠であり、熱歪みによる寸法精度への影響および変形が問題となる。

【0020】 従って、この発明の目的は、上述した諸問題を解決し、塑性加工成形により複雑な形状の部品に成形することができるチタン合金素材を用いることにより、溶接部分が少なく済むようなゴルフクラブヘッドの構成部材を得ることによって、製造性、耐久性、形状および寸法精度に優れ、熱間加工後の成形体の表面手入を簡単に済ますことができ、高比強度、高比剛性を容易に付与できるチタン合金製ゴルフクラブヘッドおよび



その製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】この発明は、ゴルフクラブヘッドの素材に用いるチタン合金の化学成分組成を適正化し、そして、その素材から成形されるゴルフクラブヘッドの構成部材の形状を適正化することによって成し遂げられたものである。

【0022】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの特徴は、フェース部、フォーゼル部、クラウン部およびソール部からなるゴルフクラブヘッドであつ

て、前記フェース部および前記フォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T1)と、前記ヘッド主要部材(T1)から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの部材で構成されており、且つ、前記フェース部と前記フォーゼル部とが隣接する部位を除く他の組み立て隣接部位は溶接によって接合されており、そして、更に、少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であつて、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \text{ ----- (1)} \end{aligned}$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの（以下、第1発明という）である。

【0023】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの特徴は、フェース部、クラウン部およびフォー

ゼルの部材が一体で形成されたヘッド主要部材(T2)と、ソール部で形成されたソール部材とから構成されており、前記ヘッド主要部材(T2)と前記ソール部材との組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記クラウン部は少なくとも前記フェース部の上部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであつて、少なくとも前記ヘッド主体部材(T2)は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であつて、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \text{ ----- (1)} \end{aligned}$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの（以下、第2発明という）である。

【0024】この発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの別の特徴は、フェース部、ソール部およびフォーゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材(T3)と、クラウン部で形成されたクラウン部材とから構成さ

れており、前記ヘッド主要部材(T3)と前記クラウン部材との組み立て突き合わせ部分が溶接によって接合されており、且つ、前記ソール部は少なくとも前記フェース部の下部から、その後方に向かって連続して形成されているゴルフクラブヘッドであつて、少なくとも前記ヘッド主要部材(T3)は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であつて、下記(1)式：

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \text{ ----- (1)} \end{aligned}$$

で算出されるモリブデン当量： $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2～10の範囲内にある化学成分組成を有することに特徴を有するもの（以下、第3発明という）である。

【0025】この発明による一層望ましいチタン合金製ゴルフクラブヘッド（以下、第4発明という）の特徴は、前記ヘッド主要部材(T1、T2およびT3)の前記化学成分組成が、アルミニウム(Al)：3～5 wt.

40 %、バナジウム(V)：2.1～3.7 wt. %、モリブデン(Mo)：0.85～3.15 wt. %、鉄(Fe)：0.85～3.15 wt. %、および、酸素(O)：0.06～0.2 wt. %を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式：

$$\begin{aligned} 7 \text{ wt. \%} \leq & 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} \\ & + Mo \text{ (wt. \%)} \leq 13 \text{ wt. \%} \text{ ----- (2)} \end{aligned}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、第1、第2または第3発明に記載の発明からなるもので

ある。【0026】この発明のゴルフクラブヘッドの製造方法

は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部およびフォーゼン部が一体で形成されたヘッド主要部材(T1)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工により、前記主要部材(T1)から独立して形成されたクラウン部およびソール部を含む1つまたは2つの他の部材

を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T1)と前記他の部材との組み立て突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T1)の素材に

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することに特徴を有するもの(以下、第5発明という)である。

【0027】この発明のゴルフクラブヘッドの製造方法は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部、クラウン部およびフォーゼン部が一体で形成されたヘッド主要部

材(T2)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工によりソール部で形成されるソール部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T2)と前記ソール部材との突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T2)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することに特徴を有するもの(以下、第6発明という)である。

【0028】この発明のゴルフクラブヘッドの別の製造方法は、棒材を用い、熱間加工によりフェース部、ソール部およびフォーゼン部が一体で形成されたヘッド主要部材(T3)を成形し、そして、板材または棒材を用い、熱間加工によりクラウン部で形成されるクラウン部材を成形し、そして、次いで、前記ヘッド主要部材(T3)と前記クラウン部材との突き合わせ部分を溶接により接合するゴルフクラブヘッドの製造方法であって、少なくとも前記ヘッド主要部材(T3)の素材には、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、下記(1)式:

$$\begin{aligned} Mo_{eq} \text{ (wt. \%)} = & Mo \text{ (wt. \%)} + 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} \\ & + 0.44 \times W \text{ (wt. \%)} + 0.28 \times Nb \text{ (wt. \%)} + 0.22 \times Ta \\ & \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} + 1.6 \times Cr \text{ (wt. \%)} \\ & + 1.1 \times Ni \text{ (wt. \%)} + 1.4 \times Co \text{ (wt. \%)} + 0.77 \times Cu \\ & \text{ (wt. \%)} - Al \text{ (wt. \%)} \end{aligned} \quad (1)$$

で算出されるモリブデン当量:  $Mo_{eq}$  (wt. %) の値が、2~10の範囲内にある化学成分組成を有する棒材を用いることによって製造することに特徴を有するもの(以下、第7発明という)である。

【0029】この発明による一層望ましいゴルフクラブヘッドの製造方法(以下、第8発明という)の特徴は、前記ヘッド主要部材(T1、T2およびT3)の前記化

学成分組成が、アルミニウム(Al): 3~5 wt. %、バナジウム(V): 2.1~3.7 wt. %、モリブデン(Mo): 0.85~3.15 wt. %、鉄(Fe): 0.85~3.15 wt. %、および、酸素(O): 0.06~0.2 wt. %を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

$$\begin{aligned} 7 \text{ wt. \%} \leq & 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)} \\ & + Mo \text{ (wt. \%)} \leq 13 \text{ wt. \%} \end{aligned} \quad (2)$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなる、第5、第6または第7発明に記載の方法からなる。

【0030】この発明による一層望ましいゴルフクラブヘッドの他の製造方法(以下、第9発明という)の特徴は、第5、第6または第7発明に記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成が、アルミ

ニウム(Al): 3~5 wt. %、バナジウム(V): 2.1~3.7 wt. %、モリブデン(Mo): 0.85~3.15 wt. %、鉄(Fe): 0.85~3.15 wt. %、および、酸素(O): 0.06~0.2 wt. %を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記(2)式:

$$7 \text{ wt. \%} \leq 0.67 \times V \text{ (wt. \%)} + 2.9 \times Fe \text{ (wt. \%)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の前記化学成分組成に応じて定まるβ変態点よりも120℃低い温度から、前記β変態点よりも30℃高い温度までの範囲内であることからなる。

【0031】この発明による更に一層望ましいゴルフクラブヘッドの他の製造方法（以下、第10発明という）

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなり、しかも、更に付加して、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の熱間加工における加熱温度は、前記ヘッド主要部材（T1、T2またはT3）の前記化学成分組成に応じて定まるβ変態点よりも100℃低い温度から、前記β変態点よりも20℃低い温度までの範囲内であることからなる。

【0032】なお、この発明において限定された化学成分組成を有するチタン合金の素材を用いて熱間加工成形されたゴルフクラブヘッドの構成部材は、熱間加工終了時において、溶体化処理された状態が実質的に得られる。従って、溶体化処理を施さない。また、所謂、自然時効効果が得られるので、特別に機械的性質を向上させることを望む場合を除き、時効処理を施さない。

【0033】

【作用】本発明においては、フォーゼル部を含むヘッド主要部材を一体物として形成する。この場合、素材形状として棒材を用いるので、フォーゼル部を円筒状に形成するための溶接線、例えば、先行技術2のようなシーム状の溶接線等が全くない。従って、ゴルフクラブヘッドの寸法・形状の精度が向上し、また、耐久性も向上する。このように、ヘッド主要部材を一体物として形成することができるようにするために、下記化学成分組成のチタン合金を使用している。この発明のゴルフクラブヘッドの構成部材の内、少なくともヘッド主要部には、熱間加工性に優れたチタン合金の素材を使用することが必要であるため、上述した化学成分組成を有するチタン合金の素材を用いる。その理由は、次の通りである。

【0034】〔α+β型チタン合金、Mo<sub>eq</sub> (wt.%)

$$7 \text{ wt.} \% \leq 0.67 \times V \text{ (wt.} \% \text{)} + 2.9 \times \text{Fe (wt.} \% \text{)}$$

を満たし、残部がチタンおよび不可避不純物からなるものにするのが望ましい理由は、次の通りである。

【0037】〔Al〕：チタン合金材は通常熱間鍛造、熱間圧延、または、これらの両方により熱間加工により成形される。ところが、熱間加工温度が適正範囲外に低下すると、変形抵抗が急激に増大すると共に、材料に割れが発生し、製造性が著しく低下する。このような製造

$$+\text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ----- (2)}$$

の特徴は、第5、第6または第7発明に記載のゴルフクラブヘッドの製造方法において、前記化学成分組成は、アルミニウム（Al）：3～5 wt.%、バナジウム（V）：2.1～3.7 wt.%、モリブデン（Mo）：0.85～3.15 wt.%、鉄（Fe）：0.85～3.15 wt.%、および、酸素（O）：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記（2）式：

$$+\text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ----- (2)}$$

〕〕：α+β型チタン合金は、常温強度に優れている。この発明において、前記（1）式で示されるモリブデン当量：Mo<sub>eq</sub> (wt.%)の値が、2以上であれば、金属組織におけるβ相の体積率が増加し、β相-richなα+β型チタン合金になるので、β変態点が低下し、熱間加工性が改善される。しかしながら、その値が2未満では、その効果が十分発揮されない。一方、その値が10を超えると、β相の体積率が大きくなり過ぎ、β粒が粗大化して熱間加工性が劣化する。例えば、従来のα+β型チタン合金の代表的な合金であるTi-6Al-4V合金においては、β変態点がほぼ1000℃であるのに対して、当該α+β型チタン合金では、900℃程度となる。上述した化学成分組成を有するチタン合金の素材は、常温に於ける強度および靱性等の機械的性質に優れているのは勿論のこと、加工時に割れが発生することがなくなり、より低い温度における熱間加工（所謂、低温加工）が可能となる。その結果、この発明におけるゴルフクラブヘッドの構成部材のヘッド主要部材は一体成形が可能となる。

【0035】これに対して、β型合金は、熱間加工を施されることは知られているが、鍛造加熱温度が1000℃以上のため、多数の部材に分割して熱間鍛造を施さざるを得ない。従って、また酸化も進行する。

【0036】次に、少なくともヘッド主要部材の化学成分組成を、Al：3～5 wt.%、V：2.1～3.7 wt.%、Mo：0.85～3.15 wt.%、Fe：0.85～3.15 wt.%、および、O：0.06～0.2 wt.%を含有し、且つ、V、FeおよびMoの含有量が下記（2）式：

$$+\text{Mo (wt.} \% \text{)} \leq 13 \text{ wt.} \% \text{ ----- (2)}$$

性はAlの含有量と密接に係る。即ち、Alはα+β組織を得るための、所謂、α相安定化元素として添加され、強度の上昇に寄与する。しかしながら、Al含有量が3 wt.%未満では、所望の強度が得られない。一方、Al含有量が5 wt.%を超えると、熱間変形抵抗が増大し、製造性が悪くなる。従って、Al含有量は、3～5 wt.%の範囲内に限定することが望ましい。

【0038】〔V〕：Vは、 $\alpha + \beta$ 組織を得るための、所謂、 $\beta$ 相安定化元素として添加され、Tiとの間に脆化相である金属間化合物を形成することなく強度を上昇させる作用を有する。即ち、Vは、主に、 $\beta$ 相に固溶してこれを強化する。しかしながら、V含有量が2.1 wt.%未満では、上述した作用を十分発揮することができない。一方、V含有量が3.7 wt.%を超えると、 $\beta$ 変態点が低くなり過ぎる。従って、V含有量は、2.1～3.7 wt.%の範囲内に限定することが望ましい。

【0039】〔Mo〕：Moは、 $\beta$ 相安定化元素として添加され、 $\beta$ 変態点を低下させることにより熱間加工温度の低下に寄与する。更に、Moは、 $\beta$ 相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。しかしながら、Mo含有量が0.85 wt.%未満では、上述した作用・効果が十分得られない。一方、Mo含有量が3.15 wt.%を超えると、合金材の密度を増大させ、チタン合金の、所謂、比強度が高いという長所を損なう。また、Moはチタン合金中の拡散速度が遅いために熱間加工時の変形応力が増大する。従って、Mo含有量は、0.85～3.15 wt.%の範囲内に限定することが望ましい。

【0040】〔Fe〕：Feは、Moと同様、 $\beta$ 相安定化元素として添加され、 $\beta$ 変態点を低下させることにより熱間変形抵抗の低減に寄与する。更に、Feは、 $\beta$ 相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。また、Feは、熱間加工時に加工性のよい $\beta$ 相の体積率を増加させるので、熱間変形抵抗を減少させると共に、割れの発生を抑制する効果を有する。しかしながら、Fe含有量が0.85 wt.%未満では、上記効果が十分発揮されない。一方、Fe含有量が3.15 wt.%を超えると、Tiとの間に脆化相である金属間化合物が形成され易くなり、そのため延性が劣化する。従って、Fe含有量は、0.85～3.15 wt.%の範囲内に限定することが望ましい。

【0041】〔O〕：Oは、 $\alpha$ 相に固溶して強度を上昇させる作用を有する。しかしながら、O含有量が0.06 wt.%未満ではその効果が十分発揮されない。一方、O含有量が0.2 wt.%を超えると、熱間変形抵抗を増大させるので望ましくない。従って、O含有量は、0.06～0.2 wt.%の範囲内に限定することが望ましい。

【0042】〔 $0.67 \times V$  (wt.%) +  $2.9 \times Fe$  (wt.%) +  $Mo$  (wt.%)〕：この値は、チタン合金の $\beta$ 相の安定度を示し、この値が小さくなると、金属組織における $\beta$ 相の体積率が減少し、 $\beta$ 変態点が高くなり、逆に、この値が大きくなると $\beta$ 相の体積率が増加し、 $\beta$ 変態点が低くなる。そして、Al、V、Mo、FeおよびOの含有量が、上述した範囲内にあって、且つ、 $\beta$ 相の安定度を示すこの値が、7 wt.%未満では、 $\alpha$ 相の体積率が増加し、変形抵抗がやや大きくなり過ぎ、従って、 $\beta$ 変態点の低下がやや不十分であり、熱間

加工性が十分には改善されない。一方、この値が13 wt.%を超えると、 $\beta$ 相の体積率がやや大きくなり過ぎ、 $\beta$ 粒がやや粗大化して熱間加工性がやや低下する。従って、熱間加工性に優れたチタン合金を用いることによって、ゴルフクラブヘッドの構成部材の一体成形を可能とするためには、 $0.67 \times V$  (wt.%) +  $2.9 \times Fe$  (wt.%) +  $Mo$  (wt.%) の値を、7～13 wt.%の範囲内に限定すべきである。

【0043】上述した化学成分組成を有する上記部材は、 $\beta$ 相の体積率が一層適正な範囲内に増加した、所謂、 $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金になるので、 $\beta$ 変態点が900℃程度と一層低くなり、熱間加工に大きな力を要せず、しかも、加工時に割れが発生することがなくなり、一層の低温加工が可能となり、熱間加工性が向上する。その結果、次に述べるようなヘッド主要部材の一体成形が容易となる。

【0044】即ち、この発明においては、少なくともヘッド主要部材には、上述したような熱間加工性に優れたチタン合金の素材を用いるので、フェース部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（以下、「1型ヘッド主要部材」という）、フェース部、クラウン部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（以下、「2型ヘッド主要部材」という）、並びに、フェース部、ソール部およびフォアゼル部が一体で形成されたヘッド主要部材（以下、「3型ヘッド主要部材」という）の複雑で加工度の高い形状のものを、所定形状の棒材（例えば、丸棒材および角棒材）を熱間加工することによって成形することができる。一方、上記ヘッド主要部材を除く他の部材、例えば、ソール部材およびクラウン部材等はヘッド主要部材のように複雑な形状ではないので、熱間加工により成形することができる範囲内において、必ずしも上記化学成分組成を有する素材を用いなくてもよく、また、素材形状は板材を用いるのが望ましい。

【0045】更に、この発明のゴルフクラブヘッドは、フォアゼル部を含むヘッド主要部材が一体で形成されている。従って、ゴルフクラブの使用時に最も衝撃力を受けるフォアゼル部とフェース部との境界領域が一体成形物であって、溶接等の接合構造ではないので、その耐久性に格段と優れている。

【0046】そして、ヘッド主要部材とソール部材またはクラウン部材等とが組み立てられた突き合わせ部分を溶接で接合することによって、所定のゴルフクラブヘッドを製造することができる。従って、溶接線が短く、溶接箇所が少ないので、溶接による歪みが起こりにくく、形状および寸法精度が良好である。また、溶接される位置はソール部とフェース部およびクラウン部との突き合わせ部分等のみであるから、ゴルフクラブ使用時の衝撃力がかかりにくい位置であり、しかも、この部分は滑らかな曲面形状をなしているため、その耐久性を損なうこ

とがない。更に、溶接線が短く、且つ、溶接線の数が少ないので、溶接に伴う凝固組織領域が狭い。従って、強度および靱性等の機械的性質の劣化領域が狭く抑制され、溶接歪みによるゴルフクラブヘッドの寸法および形状不良の発生も抑制される。

【0047】次に、ヘッド主要部材の化学成分組成は、上述した通りの、モリブデン当量：Mo eq (wt.%) の値が、2～10の範囲内にあるので、Ti-6Al-4V合金のような従来の $\alpha + \beta$ 型チタン合金に比較して $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金になっている。従って、従来、認められなかった現象、即ち、この合金材においては、熱間加工終了時において、実質的に溶体化処理された状態が得られ、しかも、その状態が安定化されているので、熱間加工終了後、急冷しなくても1℃/秒程度の空冷で溶体化処理状態が安定して得られる。従って、熱間加工後に溶体化処理を行なう必要はない。従って、また、上記部材の溶接後に、部材の溶体化状態の安定化を図るための時効処理を施さなくてもよい。但し、常温において、一層優れた機械的性質を得ようとする場合には、熱間加工後、450～650℃で0.5～10時間程度の時効処理を施すことが望ましい。この理由は、温度が450℃未満であるか、または、時間が0.5時間未満であると、強度上昇が不十分であり、また、600℃超または10時間超では過時効により軟化するからである。前記時効処理を施すことにより、自然時効材の強度(110～130kg/mm<sup>2</sup>程度)を15～20%程度向上させることができ、ゴルフクラブヘッドの大型化に望ましい強度が簡便に得られる。

【0048】また、少なくともヘッド主要部材の化学成分組成を、Al：3～5 wt.%, V：2.1～3.7 wt.%, Mo：0.85～3.15 wt.%, Fe：0.85～3.15 wt.%, および、O：0.06～0.2 wt.% を含有し、残部がチタンおよび不可避不純物からなるものにとすると、上記部材は、 $\beta$ 相の体積%が一層適正

な範囲内に増加した、所謂、 $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金になるので、 $\beta$ 変態点が900℃程度と一層低くなり、熱間加工可能な温度が一層低温となり、設備上および作業上有利になる。そして、この場合にも、上述した内容と同じ理由により、熱間加工後に溶体化処理を行なう必要はない。また、上記部材の溶接後に、部材の溶体化状態の安定化を図るための時効処理を施さなくてもよい。但し、常温において、より一層優れた所望の機械的性質を得ようとする場合には、熱間加工後、前記時効処理を施すことが望ましい。

【0049】一般に、チタン合金素材の加熱温度、および、熱間加工温度を低くするほど、チタン合金素材の表面の酸化および窒化が抑制される。この発明のゴルフクラブヘッドの製造においては、上述した通りの化学成分組成のチタン合金の素材を用いるので、熱間加工の範囲内における良好な低温加工を行なうことができるので、上記酸化および窒化の抑制効果が発揮される。

【0050】  
【実施例】以下、実施例により、比較例と対比しながらこの発明を更に説明する。まず、真空アーク再溶解炉で次の各種チタン合金のインゴットを調製した。

【0051】表1に、本発明の少なくともヘッド主要部材が満たすべき化学成分組成を有するチタン合金(以下、「本発明型合金」という)No. A1およびA2の化学成分組成を示す。本発明型合金No. A1は、 $\alpha + \beta$ 型チタン合金であって、かつ、前記(1)式のモリブデン当量：Mo eq が2～10の範囲内の5.4であり、また、本発明型合金No. A2は、Al、V、Mo、FeおよびO含有量が望ましい範囲内にあり、かつ、 $\beta$ 相の安定度を示す $0.67 \times V$  (wt.%) +  $2.9 \times Fe$  (wt.%)  $\pm Mo$  (wt.%) で算出される値が7～13の範囲内の10.1である。

【0052】  
【表1】

	合金 No.	化学成分組成 (wt.%)														Mo..	(1)
		Al	V	Mo	Fe	O	W	Nb	Ta	Cr	Ni	Co	Cu	Sn	Zr		
本発明型 合金	A 1	5.0	—	4.0	—	0.09	—	—	—	4.0	—	—	—	2.0	2.0	5.4	—
	A 2	4.5	3.0	2.0	2.0	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.3	9.8

$$\begin{aligned} Mo.. (wt. \%) = & Mo (wt. \%) + 0.67 \times V (wt. \%) + 0.44 \times W (wt. \%) + 0.28 \times Nb (wt. \%) + 0.22 \times Ta (wt. \%) \\ & + 2.9 \times Fe (wt. \%) + 1.8 \times Cr (wt. \%) + 1.1 \times Ni (wt. \%) + 1.4 \times Co (wt. \%) + 0.77 \times Cu \\ & (wt. \%) - Al (wt. \%) \end{aligned}$$

$$(1) = 0.67 \times V (wt. \%) + 2.9 \times Fe (wt. \%) + Mo (wt. \%)$$

【0053】表2に、ゴルフクラブヘッドに適するとされる従来のチタン合金の代表的なものであって、 $\beta$ 型チ

タン合金および従来の $\alpha + \beta$ 型チタン合金の所謂6A1-4V-Ti合金（以下、「従来型合金」という）No. B1およびNo. B2の化学成分組成を示す。

【0054】

【表2】

	合金 No.	化学成分組成 (wt.%)														Mo..	(1)
		Al	V	Mo	Fe	O	W	Nb	Ta	Cr	Ni	Co	Cu	Sn	Zr		
従来型 合金	B 1	3.1	15.1	—	—	0.08	—	—	—	3.0	—	—	—	3.1	—	11.8	—
	B 2	6.3	4.1	—	—	0.16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.6	—

$$\begin{aligned} \text{Mo.. (wt. \%)} = & \text{Mo (wt. \%)} + 0.87 \times \text{V (wt. \%)} + 0.44 \times \text{W (wt. \%)} + 0.28 \times \text{Nb (wt. \%)} + 0.22 \times \text{Ta (wt. \%)} \\ & + 2.9 \times \text{Fe (wt. \%)} + 1.6 \times \text{Cr (wt. \%)} + 1.1 \times \text{Ni (wt. \%)} + 1.4 \times \text{Co (wt. \%)} + 0.77 \times \text{Cu} \\ & \text{(wt. \%)} - \text{A1 (wt. \%)} \end{aligned}$$

$$(1) = 0.67 \times \text{V (wt. \%)} + 2.8 \times \text{Fe (wt. \%)} + \text{Mo (wt. \%)}$$

【0055】上記インゴットを所定条件で熱間鍛造および熱間圧延して、各インゴットから所定の形状・寸法の丸棒材および角棒材、並びに、板材を調製した。なお、熱間圧延の圧下量（熱間圧延方向の材料の長さの増加率で表わす）は50～80%の範囲内とした。このようにして調製されたチタン合金の丸棒材および板材を、本発明の実施例および比較用発明の実施例におけるゴルフクラブヘッドの素材に供した。

【0056】〔実施例〕本発明の範囲内のゴルフクラブヘッドを下記のようにして製作した。図1は、第1発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフクラブヘッドは、フェース部1およびフォーゼル部3が一体物で形成された1型ヘッド主要部材T1と、ソール部4からなるソール部材6と、クラウン部からなるクラウン部材とを組み立て、突き合わせ部分を溶接により接合し一体化したものである。

【0057】図2は、第2発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフク

ラブヘッドは、フェース部1、クラウン部2およびフォーゼル部3が一体物で形成された2型ヘッド主要部材T1と、ソール部4からなるソール部材6とを組み立て、突き合わせ部分を溶接により接合し一体化したものである。

【0058】図3は、第3発明によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。同図に示したように、このゴルフクラブヘッドは、フェース部1、ソール部4およびフォーゼル部3が一体物で形成された3型ヘッド主要部材T2と、クラウン部2からなるクラウン部材5とを組み立て、突き合わせ部分を溶接により接合し一体化したものである。

【0059】表1および表2に示したチタン合金の素材を使用し、所定の製造条件で本発明のゴルフクラブヘッドを製造した。表3に、本発明のゴルフクラブヘッドを製造するために用いた合金素材の種類、並びに、熱間鍛造および時効処理条件等の製造条件を示す。

【0060】

【表3】

供試体 No.	構成部材	合金No.	素材形状	加熱温度 (°C)	鍛造後の 冷却方法	溶体化処理	時刻処理条件		鍛造結果
							加熱温度 (°C)	加熱時間 (hr)	
P 1	1型ヘッド主要部材 クラウン部材 ソール部材	A 2 A 2 A 2	丸棒材 板材 板材	850	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
P 2	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 1 A 1	丸棒材 板材	850	空冷	実施せず	実施せず		○
				850	空冷	実施せず	実施せず		○
P 3	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 A 2	丸棒材 板材	830	空冷	実施せず	実施せず		○
				830	空冷	実施せず	実施せず		○
P 4	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 B 2	角棒材 板材	840	空冷	実施せず	実施せず		○
				950	空冷	実施せず	実施せず		○
P 5	3型ヘッド主要部材 クラウン部材	A 1 A 1	丸棒材 板材	850	空冷	実施せず	510	1.0	○
				850	空冷	実施せず	510	1.0	○
P 6	2型ヘッド主要部材 ソール部材	A 2 A 2	角棒材 板材	850	空冷	実施せず	510	1.0	○
				850	空冷	実施せず	510	1.0	○

本 発 明 供 試 体

1型ヘッド主要部材：フェース部およびフォーク部からなる。  
 2型ヘッド主要部材：フェース部、クラウン部およびフォーク部からなる。  
 3型ヘッド主要部材：フェース部、ソール部およびフォーク部からなる。

○：良好

【0061】即ち、少なくともヘッド主要部材（1型ヘッド主要部材、2型ヘッド主要部材および3型ヘッド主要部材）には、本発明型合金の丸棒材または角棒材を用い、その他の各部材には、本発明型合金または従来型合金（No. B2：Ti-6Al-4V合金）の板材を用い、それぞれを所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なった。ヘッド主要部材の型鍛造においては、フェース部およびクラウン部、または、フェース部およびソール部を粗成形した後、フェース部およびクラウン部、または、フェース部およびソール部の仕上げ型鍛造、および、フォーク部3の穴開け加工を行なった。

【0062】なお、上記型鍛造の工程においては、丸棒材または板材の素材を加熱炉で所定の温度に加熱し、抽出後すばやく所定の金型を使用して鍛造を行なう。従って、鍛造所要時間は短いので、鍛造中の被成形体の温度（鍛造温度）は、上記加熱温度に近い温度である。そこで、この発明においては、鍛造温度の代わりにすべて加熱温度を鍛造条件として使用した。

【0063】上記のヘッド主要部材の熱間型鍛造においては、素材に本発明型合金の化学成分組成を有し、かつ、丸棒材を使用したので、本発明供試体No. P1～P6のすべてについて、複雑な形状の一体物の部材を良好

に成形することができた。次いで、所定の部材を組み立て、TIG溶接により接合して一体化されたゴルフクラブヘッドを調製した。このようにして調製されたゴルフクラブヘッドはいずれも、鍛造終了時に溶体化処理状態が得られているので、鍛造後の溶体化処理を施さなかった。

【0064】なお、溶接後の時効処理も、前述したように、本発明型合金を使用した部材においては自然時効の効果が得られるので、時効処理を施す必要はない。しかしながら、一層優れた機械的性質を得るために、一部のものについてのみ時効処理を施した。次いで、ゴルフクラブヘッドの表面を研磨し、塗装して仕上げた。このよ

うにして容積230ccの本発明の範囲内のゴルフクラブヘッド（以下、「本発明供試体」という）を6個製作した。

05 【0065】〔比較例〕次に、比較用のゴルフクラブヘッド（以下、「比較用供試体」という）を、表2に示したチタン合金の素材を使用して製造した。

【0066】表4に、比較用のゴルフクラブヘッドを製造するために用いた素材の合金の種類、並びに、熱間鍛造条件、溶体化処理条件および時効処理条件を示す。

10 【0067】

【表4】



供試体 No.	構成部材	合金 No.	素材形状	加熱温度 (°C)	鍛造後の 冷却方法	溶体化処理条件			時効処理条件		鍛造 結果
						加熱温度	加熱時間	冷却方法	加熱温度	加熱時間	
Q 1	1型ヘッド主要部材 クラウン部材 ソール部材	B 1	丸棒材 板材 板材	1000	—	—	—	—	—	—	× ○ ○
				1000	空冷	—	—	—	—	—	
				1000	空冷	—	—	—	—	—	
Q 2	2型ヘッド主要部材 ソール部材	B 1	丸棒材 板材	1000	—	—	—	—	—	—	× ○
				1000	空冷	—	—	—	—	—	
Q 3	3型ヘッド主要部材 クラウン部材	B 2	丸棒材 板材	950	—	—	—	—	—	—	× ○
				950	空冷	—	—	—	—	—	
Q 4	4構成部材	B 1	板材	1000	空冷	810	20 min	空冷	510 °C	13 hr	○
Q 5	4構成部材	B 2	板材	950	空冷	950	1 hr	空冷	540 °C	6 hr	○
Q 6	4構成部材	B 2	板材	950	空冷	950	1 hr	水冷	—	—	*
Q 7	4構成部材	B 1	板材	1000	空冷	実施せず			実施せず		○

比較用供試体

1型ヘッド主要部材：フェース部およびフォアセゼル部からなる。  
 2型ヘッド主要部材：フェース部、クラウン部およびフォアセゼル部からなる。  
 3型ヘッド主要部材：フェース部、ソール部およびフォアセゼル部からなる。  
 4構成部材：フェース部、クラウン部、ソール部およびフォアセゼル部の各部材  
 ○：良好、×：不良、\*：挽入れ時に熱歪み発生。実打試験で可。

【0068】比較用供試体No. Q 1については、図1に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを製造するために、1型ヘッド主要部材には、従来型合金No. B 1 (β型合金)の丸棒材を、また、クラウン部材およびソール部材には、従来型合金No. B 1の板材を素材として使用した。なお、図1に示したゴルフクラブヘッドは、クラウン部とソール部とが各部材に分かれているが、クラウン部とソール部とが一体で形成された部材であってもよい。

【0069】比較用供試体No. Q 2およびQ 3については、それぞれ図2および図3に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを製造するために、ヘッド主要部材 (2型ヘッド主要部材および3型ヘッド主要部材) には、従来型合金No. B 1 (β型合金) および B 2 (Ti-6Al-4V合金)の丸棒材を、一方、ソール部材およびクラウン部材には、それぞれ従来型合金No. B 1 および B 2の薄板材を素材として使用し、所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なって成形した。

【0070】その結果、ソール部材およびクラウン部材の鍛造はいずれも良好に行うことができたが、複雑な形状のヘッド主要部材はNo. Q1、Q2およびQ3のいずれにおいても、正常な鍛造を行なうことができなかった。従って、所期のゴルフクラブヘッドを製造することができなかった。

【0071】比較用供試体No. Q4～Q7についてはいずれも、図4に示したゴルフクラブヘッドと同じ形態のゴルフクラブヘッドを次のようにして製造した。即ち、4構成部材（フェース部、クラウン部、フォーゼル部およびソール部の各々）を、従来型合金No. B1およびB2の板材を用い、所定の温度に加熱後、熱間型鍛造を行なって成形した。そして、鍛造後は空冷した。

【0072】次いで、上記4構成部材を組み立て、突き合わせ部分をTIG溶接により接合し一体化した。このようにして形成されたゴルフクラブヘッドに対して、比較用供試体No. Q4～Q6について、表4に示した条件で溶体化処理を施した。しかしながら、比較用供試体No. Q6については、溶体化処理において水冷焼入れを行なったために熱歪みが発生したので、その後の試験を中止した。

【0073】次いで、比較用供試体No. Q4およびQ5のゴルフクラブヘッドについては表4に示した条件で時効処理を施し、一方、比較用供試体No. Q7については時効処理を施さなかった。そして、次いで、ゴルフクラブヘッドの表面を研磨し、塗装して仕上げた。このようにして容積230ccの本願発明の範囲外のゴルフクラブヘッド（比較用供試体）を3個製作した。

【0074】上述した、本発明供試体6個および比較用供試体3個の各々について、耐久性試験を行なった。耐久性試験方法は、各々の供試体にゴルフクラブのシャフトを装着したゴルフクラブを調製し、ヘッドスピード50m/secでゴルフボールを実打し、ゴルフクラブヘッドのいずれかの部分に異常が発生するまでの回数で、耐久性を評価した。その結果、比較用供試体においては、実打回数6000回未満で全数が溶接部に破断または亀裂が発生した。これに対して、本発明供試体においては、全数、6000回以上の耐久性を示した。

【0075】

【発明の効果】以上述べたように、この発明によれば、従来の $\alpha + \beta$ 型チタン合金よりも $\beta$ 変態点が低い、 $\beta$ 相-richな $\alpha + \beta$ 型チタン合金を用いることにより、即ち、比較的低温において良好な熱間加工性を示し、熱間鍛造終了時に溶体化処理状態が得られ、更に、時効処理を施す必要のないような優れた性質を有するチタン合

金を用いることにより、複雑な形状の大型ゴルフクラブヘッドの構成部材を一体物で形成することができ、従って、溶接箇所および溶接線の数が大幅に減少し、そして、熱処理工程を簡略化することができるので、製造性が向上し、製造工期が短縮され、コストが大幅に低減し、しかも、耐久性に優れた、チタン合金製ゴルフクラブヘッドおよびその製造方法を提供することができ、工業上極めて有用な効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明（第1発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

15 【図2】この発明（第2発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

【図3】この発明（第3発明）によるチタン合金製ゴルフクラブヘッドの構成部材の組み立て状況の1例を示す概略斜視図である。

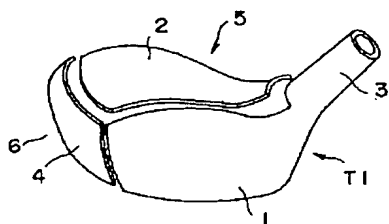
20 【図4】従来のチタン合金製ゴルフクラブヘッドの組立図の1例を示す概略斜視図である。

【図5】従来の金属製ゴルフクラブヘッドの組立図の1例を示す概略斜視図である。

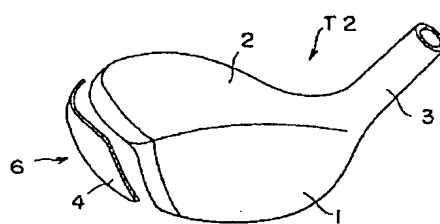
【符号の説明】

- |    |    |                                |
|----|----|--------------------------------|
|    | T1 | 1型ヘッド主要部材                      |
| 25 | T2 | 2型ヘッド主要部材                      |
|    | T3 | 3型ヘッド主要部材                      |
|    | 1  | フェース部                          |
|    | 2  | クラウン部                          |
| 30 | 2a | クラウン部の一部であってフェース部に隣接した部分       |
|    | 2b | クラウン部の他の一部であってフェース部に隣接しない部分    |
|    | 3  | フォーゼル部                         |
|    | 4  | ソール部                           |
| 35 | 4a | ソール部の一部であってフェース部に隣接した部分        |
|    | 4b | ソール部の他の一部であってフェース部に隣接しない部分     |
|    | 5  | クラウン部材                         |
| 40 | 6  | ソール部材                          |
|    | 7  | フェース側部材                        |
|    | 8  | バック側部材                         |
|    | 9a | フォーゼル部と、クラウン部およびフェース部との突き合わせ部分 |
| 45 | 9b | フォーゼル部とクラウン部との突き合わせ部分          |

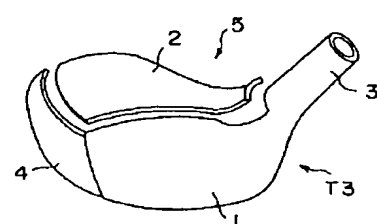
【図1】



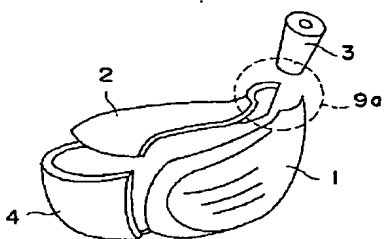
【図2】



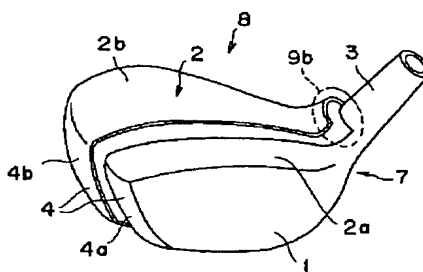
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 皆川 邦典  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号  
日本鋼管株式会社内  
(72)発明者 山田 眞  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号  
日本鋼管株式会社内  
(72)発明者 小川 厚  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号  
日本鋼管株式会社内  
(72)発明者 橋本 博  
東京都台東区東上野1-24-2 株式会  
社ジースリー内

(72)発明者 魏 ▲隆▼誼  
台湾 チャイスー リンサントンルー  
269シャン1 ノン55ハウ

30 (56)参考文献 特開 平3-51065 (J P, A)  
特開 昭62-89855 (J P, A)  
特開 平4-367678 (J P, A)  
実開 昭58-73270 (J P, U)  
特公 昭61-33973 (J P, B 2)

35 (58)調査した分野(Int. Cl.<sup>7</sup>, D B名)  
A63B 53/04  
C22C 14/00  
C22F 1/18